

LES SOLS ET LA GÉOMORPHOLOGIE DU CAMEROUN

par

P. SEGALEN*

RÉSUMÉ

Le Cameroun présente un certain nombre de surfaces d'érosion bien individualisées. La surface côtière concerne la région de Douala. Elle s'élève graduellement vers l'intérieur et atteint l'altitude de 300-350 m. Elle est occupée par la forêt dense ombrophile et des sols ferrallitiques fortement désaturés de couleur dominante jaune.

La surface intérieure occupe une surface considérable au centre et au sud du pays, son altitude est comprise entre 600 et 800 m. Les sols sont des sols ferrallitiques moyennement et fortement désaturés. Ils sont très fréquemment remaniés ou indurés.

Au centre du pays, deux plateaux assez différents occupent la zone de l'Adamaoua. L'un à 1 000-1 200 m est occupé par des sols ferrallitiques moyennement désaturés. On peut lui rapprocher le plateau Bamoun à l'ouest et le plateau Kapsiki au nord. L'autre à 1 200-1 400 m porte des cuirasses souvent bauxitiques. A ce plateau on peut rapprocher celui du Bamiléké dans l'ouest.

Au nord de l'Adamaoua, s'étend la plaine de la Bénoué qui s'abaisse de 550 jusqu'à 180 m à Garoua. Dans cette plaine, les sols sont ferrugineux tropicaux, hydromorphes, halomorphes ou bien des vertisols.

Au nord du plateau Kapsiki, s'étend la cuvette tchadienne aux sols analogues à ceux de la Bénoué.

Différentes explications ont été proposées pour rendre compte de cette succession de zones planes. La tectonique n'apparaît pas suffisante, tandis que les phénomènes d'aplanissement par érosion rendent mieux compte de la situation. Par comparaison avec les régions voisines d'Afrique centrale et occidentale, un essai de chronologie a été proposé, allant du Jurassique et du Crétacé pour les plus anciennes jusqu'au quaternaire pour les plus récentes. Un essai a été fait de relier les grands traits de la géomorphologie et de la pédogénèse.

* Services Scientifiques Centraux de l'O.R.S.T.O.M., Bondy.

SUMMARY

Several erosion surfaces can be observed throughout eastern Cameroons. The coastal surface concerns the whereabouts of Douala. Its altitude varies slowly between sea level and 300 meters. The main characteristics of this zone are small steep hills, rain forest and yellow ferrallitic soils.

The interior surface concerns the southern half of the country. The altitude is about 600-800 meters ; the soils are ferrallitic ; the dominating color is yellow in the south, red in the north.

In the center of the country, two plateaus 1 000-1 200 m and 1 300-1 400 m high occupy the Adamaoua zone. The first is covered by red gravelly ferrallitic soils. The Bamoun and Kapsiki plateaus are considered to belong to this level. The second is covered by a bauxite crust in Central Adamaoua. The Bamileke plateau is thought to be related to this level.

North of Adamaoua, a very steep scarp (700 m) leads down to the Benue Plain (180 m at Garoua). Vegetation is quite different (dry forest and savannas) ; so are the soils (ferrugineous tropical, hydromorphic, halomorphic and vertisols).

North of the Kapsiki plateau, stretches the Chad basin, where soils are much alike those of the Benue Plain.

Different type of explanations can be proposed for this succession of flat zones ; the tectonic one appears unable to account for such impressive flatness of the land.

Beveling by erosion processes seems more likely. By comparison with neighbouring countries of west and central Africa a tentative chronology has been proposed. The highest surfaces are related with jurassic or cretaceous erosions ; the youngest are quaternary. Correlation between the geomorphology and pedology has been attempted.

INTRODUCTION

Bref rappel sur la connaissance de la géologie, de la pédologie et de la géomorphologie du Cameroun.

Première Partie

CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES DE LA GEOMORPHOLOGIE

- 1.1 - Aperçu d'ensemble sur le Cameroun
- 1.2 - La surface côtière
- 1.3 - La surface intérieure
- 1.4 - Les surfaces du Centre et de l'Ouest
 - 1.4.1 - La surface de Meiganga
 - 1.4.2 - Les surfaces de Minim-Martap et de l'ouest
 - 1.4.3 - Discussion générale
- 1.5 - Les surfaces de la Bénoué
- 1.6 - La surface Kapsiki
- 1.7 - L'accumulation volcanique
- 1.8 - L'alluvionnement

Deuxième Partie

INTERPRETATION DES SURFACES D'APLANISSEMENT AU CAMEROUN

- 2.1 - Les surfaces et leur genèse
- 2.2 - Le développement des versants
- 2.3 - Essai de datation
- 2.4 - Relations avec les autres pays africains
- 2.5 - Conclusion

CONCLUSIONS GENERALES

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Le Cameroun a fait l'objet, depuis de nombreuses années de prospections géologiques et pédologiques qui couvrent maintenant l'ensemble de son territoire. Différents travaux de reconnaissance et de détail ont été effectués depuis les premiers itinéraires des géologues allemands au début du siècle.

Les géologues du Service des Mines et de la Géologie du Cameroun, puis ceux du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, ont achevé le levé de la carte de reconnaissance au 1/500 000. Dès 1957, une première carte de synthèse au 1/1 000 000 pouvait être présentée. Entre temps, des travaux de recherches orientés sur la stratigraphie (E. ROCH, 1953), la tectonique (E. et J. SARCIA, 1952), le volcanisme (B. GEZE, 1943) apportaient des contributions à des problèmes particuliers de la géologie du Cameroun. Enfin, les sondages effectués par la SEREPCA (MILLOT, 1964) dans le bassin de Douala permettaient d'avoir une connaissance approfondie des terrains sédimentaires bordant l'océan Atlantique.

Commencées plus tardivement, les études sur les sols furent entreprises à l'occasion de missions de BETREMIEUX (1949), PORTERES (1948) ou bien par le personnel du Service de l'Agriculture comme JACQUES-FELIX (1946, 1950), VAILLANT (1948, 1956). Sous l'impulsion de l'O.R.S.T.O.M., à partir de 1948, de nombreux travaux pédologiques furent effectués, en particulier dans le nord (à la suite de ceux des pédologues de la Mission Logone-Tchad), dans l'ouest et le centre. Une première carte de synthèse fut préparée au 1/2 000 000 en 1957 et une autre en 1964 au 1/1 000 000. Le Cameroun occidental (1) n'a guère fait l'objet, avant 1961, de travaux importants. BAWDEN et LANGDON-BROWNE en 1961, HAWKINS et BRUNT en 1962, effectuèrent en 1962 une étude des possibilités d'utilisation des sols dans la région de Bamenda.

Bien peu d'auteurs, toutefois, se sont préoccupés, au cours des travaux géologiques ou pédologiques, des problèmes de géomorphologie qui pouvaient se poser dans les régions qu'ils étudiaient, à l'exception de B. GEZE et E. ROCH. Certes, la plupart des géologues les avaient notés et signalés brièvement. Les explications proposées étaient essentiellement d'ordre tectonique.

Quant aux géomorphologues, il ne semble pas que le Cameroun les ait attirés beaucoup jusqu'à présent, à l'exception de J. DRESCH (1952) qui a effectué des observations dans le plateau Kapsiki, de THORBEKE (1951) et CLAYTON (1956) qui ont examiné la zone centrale. Pourtant, les pays environnants : Afrique occidentale avec PELISSIER et ROUGERIE (1953), LAMOTTE et ROUGERIE (1955), BRAMER (1956), P. MICHEL (1959), DAVEAU (1959, 1960), TRICART (1965), le Ghana avec HILTON (1963) et BRASH (1962), le Nigeria avec KING et PUGH (1952), puis PUGH (1953, 1954), la région congolaise avec DRESCH (1946, 1947), CAHEN et LEPERSONNE (1948), RUHE (1954, 1956), de HEINZELEIN (1952, 1962), l'Afrique orientale et méridionale avec DIXEY (1955), PALLISTER (1956), KING (1961, 1962), etc., ont déjà fait l'objet de très nombreux travaux au sujet desquels des vues d'ensemble ont été présentées par DRESCH (1947, 1952), KING (1962).

Il apparaît de plus en plus au pédologue qui travaille sur le terrain que les relations entre la pédogenèse et la morphogenèse sont étroites et que la compréhension des sols ne peut se faire correctement que s'ils sont placés dans le paysage qui leur correspond. Celui-ci peut se modeler sous nos yeux, mais il peut résulter d'actions fort anciennes qui n'ont pas d'équivalents visibles actuels (TRICART et MICHEL, 1965).

Dans les pages qui suivent on s'efforcera de donner les caractéristiques géomorphologiques majeures du Cameroun, de les relier dans l'espace et le temps à celles de l'Afrique centrale et occidentale déjà connues et d'établir un lien avec la genèse des sols.

L'on trouvera dans la bibliographie une liste des travaux principaux des géologues du Service des Mines et de la Géologie du Cameroun ainsi que ceux du B.R.G.M. et des pédologues de l'O.R.S.T.O.M. en service au Cameroun.

(1) Réuni, en 1962, au Cameroun oriental pour former la République Fédérale du Cameroun.



SERVICE CARTOGRAPHIQUE DE L'O.R.S.T.O.M.

FIG. 1 SITUATION DU CAMEROUN EN AFRIQUE



Photo 1 -
 Vue sur la surface intérieure (600-800 m)
 Passage de la forêt primaire à la savane à *Anona* et *Imperata*.

(clichés J. SUSINI)



Photo 2 -
 Vue sur la même surface entre Obala et Bertoua.
 Savane à rôniers.

Première Partie

1 - CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DE LA GÉOMORPHOLOGIE AU CAMEROUN

1.1 - Aperçu d'ensemble sur le Cameroun

L'étude des caractéristiques du Cameroun fait apparaître un certain nombre de faits qu'on peut résumer en quelques mots.

a - Le pays s'étend depuis la baie de Biafra (4° lat.N) jusqu'au lac Tchad (13° lat.N) (Fig.1). Il est intéressé par une gamme variée de climats allant de l'équatorial (congolais), où la saison des pluies ne s'interrompt pratiquement pas, au tropical à très longue saison sèche (sahélien).

b - La végétation, dans la partie méridionale du pays qui est très arrosée, est constituée par la forêt dense ombrophile ou mésophile. Partout ailleurs les formations climaciques ont été profondément modifiées par l'homme et remplacées par des formations secondaires, surtout de type savane (LETOUZEY, 1956).

c - L'histoire géologique du pays (GEZE 1943, GAZEL, HOURCQ et NICKLES 1956, GAZEL 1958) comporte entre le précambrien et le crétacé un hiatus sur lequel on ne sait pratiquement rien. Les premiers sédiments datés, près de l'Atlantique et dans le nord du pays, sont d'âge crétacé. Ils sont à mettre en relations avec la transgression mésocrétacée qui a intéressé une partie importante du continent africain. Certains géologues et géomorphologues (DIXEY 1955, KING 1962) y voient une conséquence de la rupture et dislocation du continent du Gondwana survenue à cette époque. Cet épisode marin (important au Nigeria) est très bref au Cameroun.

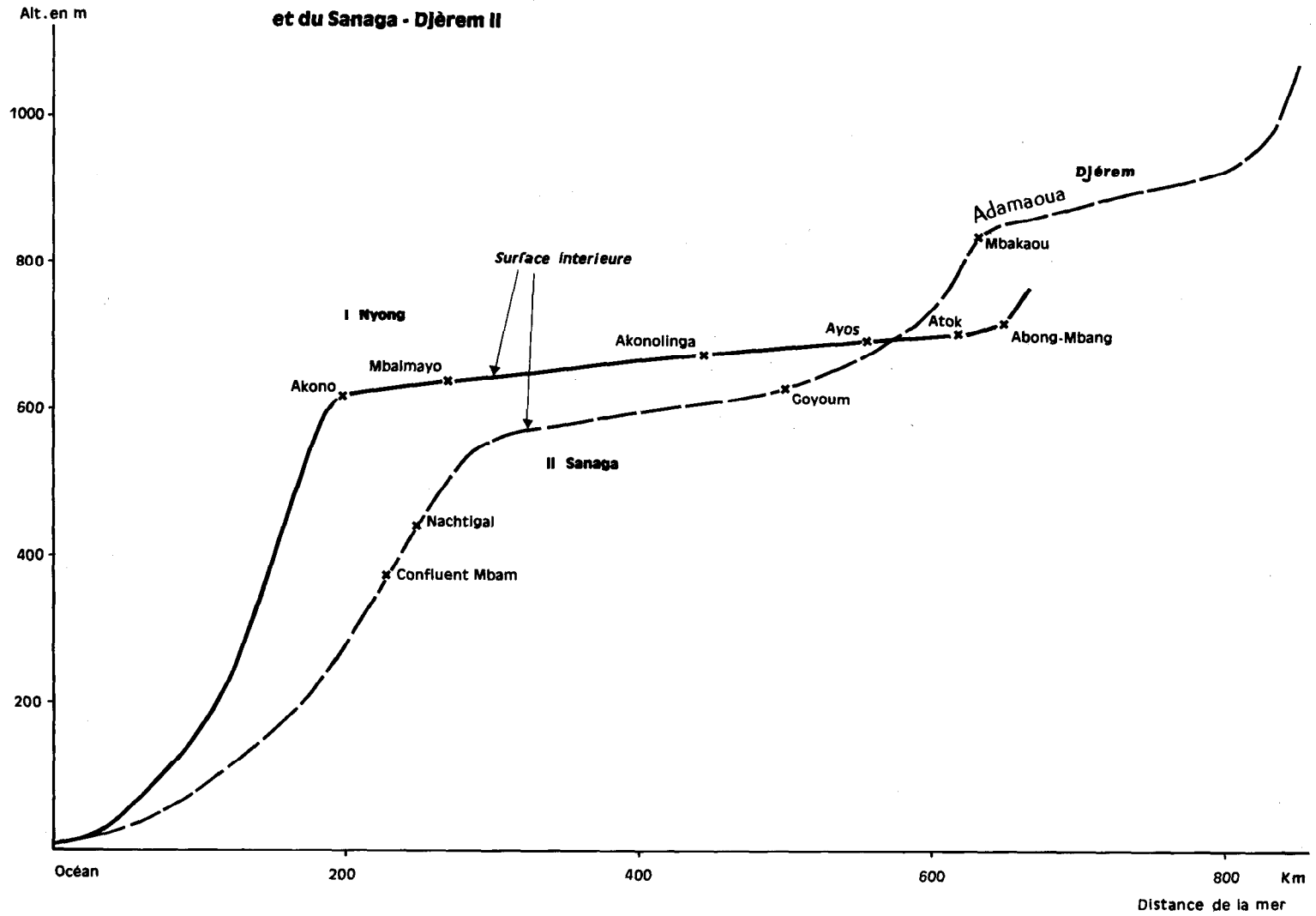
La suite de l'histoire géologique est marquée par deux faits majeurs : l'apparition du volcanisme qui dure depuis le crétacé, la formation à l'extrême-nord d'une dépression, dans laquelle s'accumulent des sédiments fluvio-lacustres.

Cette histoire géologique (volontairement ramenée à ses éléments essentiels) est donc relativement simple. Elle n'a pas connu les multiples vicissitudes des régions européennes, et n'a pas davantage subi les bouleversements qu'apportent les orogénèses. Elle est donc, exception faite de l'épisode mésocrétacé, essentiellement continentale, et on peut avancer que la pédogenèse aura une importance particulière sur l'évolution du relief.

d - du point de vue de la géomorphologie, on est frappé par la caractéristique dominante qui est la grande platitude du pays. D'immenses secteurs sont plats à très plats, et ne comportent que de très faibles changements d'altitude sur des centaines de kilomètres. Ces surfaces aplanies se présentent à travers le pays comme les marches d'un vaste escalier (déjà observé par B. GEZE, 1943) séparées entre elles par des escarpements de plusieurs centaines de mètres. La généralisation de ce type de relief sur de pareilles étendues paraît ressortir de causes uniques et générales qu'on peut rechercher dans les agents qui président à la formation des reliefs ou à leur destruction. Le modelé de détail apparaît sensiblement différent d'une région à une autre. Il est à mettre en relation avec les phénomènes qui agissent actuellement sur la partie supérieure de l'écorce terrestre. Aussi, dans les pages qui vont suivre, s'efforcera-t-on de distinguer ce qui relève de la morphologie d'ensemble et du modelé de détail.

Les différentes surfaces seront examinées successivement depuis la mer jusqu'au lac Tchad. On essaiera de présenter les corrélations avec la pédogenèse et de voir quelles sont les possibilités de datation. Un croquis de répartition provisoire a été dessiné (Figure 3). Il tient compte de ce que l'on connaît, à l'heure actuelle, du Cameroun et des pays avoisinants. Les limites sont déduites d'observations au sol et de l'étude des cartes au 1/200 000 du Cameroun (éditées par l'I.G.N.). Il est probable que des modifications notables devront être apportées, lorsque la partie sud-ouest du pays sera entièrement cartographiée.

**FIG 2 . Profil en long du Nyong I (par section hydrologie centre O. R. S. T. O. M. Yaoundé)
et du Sanaga - Djèrem II**



1.2 - La surface côtière

La surface côtière (2) est actuellement la plus difficile à étudier et à délimiter avec précision. Elle est occupée dans sa presque totalité par la forêt dense ombrophile et soumise à un climat à forte nébulosité, facteurs qui rendent la photographie aérienne et la cartographie précise très malaisées.

L'ensemble de la surface s'étend de l'océan vers l'intérieur sur environ 150 km en direction de l'est et sur 200 km vers le nord. L'altitude s'élève régulièrement depuis le niveau de la mer jusqu'à vers 350 m ; cette altitude avait été signalée par CHAMPETIER de RIBES (1956). La différence d'altitude entre cette surface et la surface intérieure est assez sensible près de Matomb (100 à 150 m) entre Yaoundé et Douala ; elle est plus marquée entre Kribi et Lolodorf. Vers le nord, la surface immédiatement supérieure n'apparaît pas (3), cachée par les produits de l'accumulation volcanique.

Les cours d'eau sont assez peu enfoncés et n'ont pas réussi à réduire les nombreux seuils rocheux de leur lit où l'érosion latérale est très faible.

Les roches sont successivement des sédiments tertiaires puis crétacés passant, sans accident topographique particulier, aux roches métamorphiques du socle.

La morphologie de détail est constituée par un nombre considérable de petites collines séparées par des ruisseaux à écoulement lent. Une coupe d'une de ces collines montre que la majeure partie du sommet présente un arrondi convexe marqué ; la pente est assez forte et, après un point d'inflexion situé vers le bas du versant, la partie inférieure présente, au contraire, un arrondi concave mais assez court. C'est la forme en "demi-orange", classique en région équatoriale.

Les sols de cette région sont connus par des travaux localisés de divers pédologues de Yaoundé (BACHELIER, CLAISSE, COMBEAU, HUMBEL, MARTIN, etc.). D. MARTIN (1959) a fait une mise au point sur les sols ferrallitiques jaunes que l'on trouve dans cette zone. Les profils observés présentent la succession d'horizons suivants :

- un horizon humifère réduit (3 à 10 cm), gris-brun, de texture sableuse à sablo-argileuse ;
- un horizon brun-jaune, jaune-brun ou jaune-rouge, d'épaisseur très variable (10-50 cm), argilo-sableux à argileux de structure fondue ;
- un horizon formé d'un mélange de sol brun-jaune, de fragments de quartz assez grossiers, de morceaux de roches altérées et ferruginisées, de concrétions ferrugineuses arrondies ;
- un horizon de roche altérée, très épais, le plus souvent rouge à violet avec traînées claires, jaunes ou blanches.

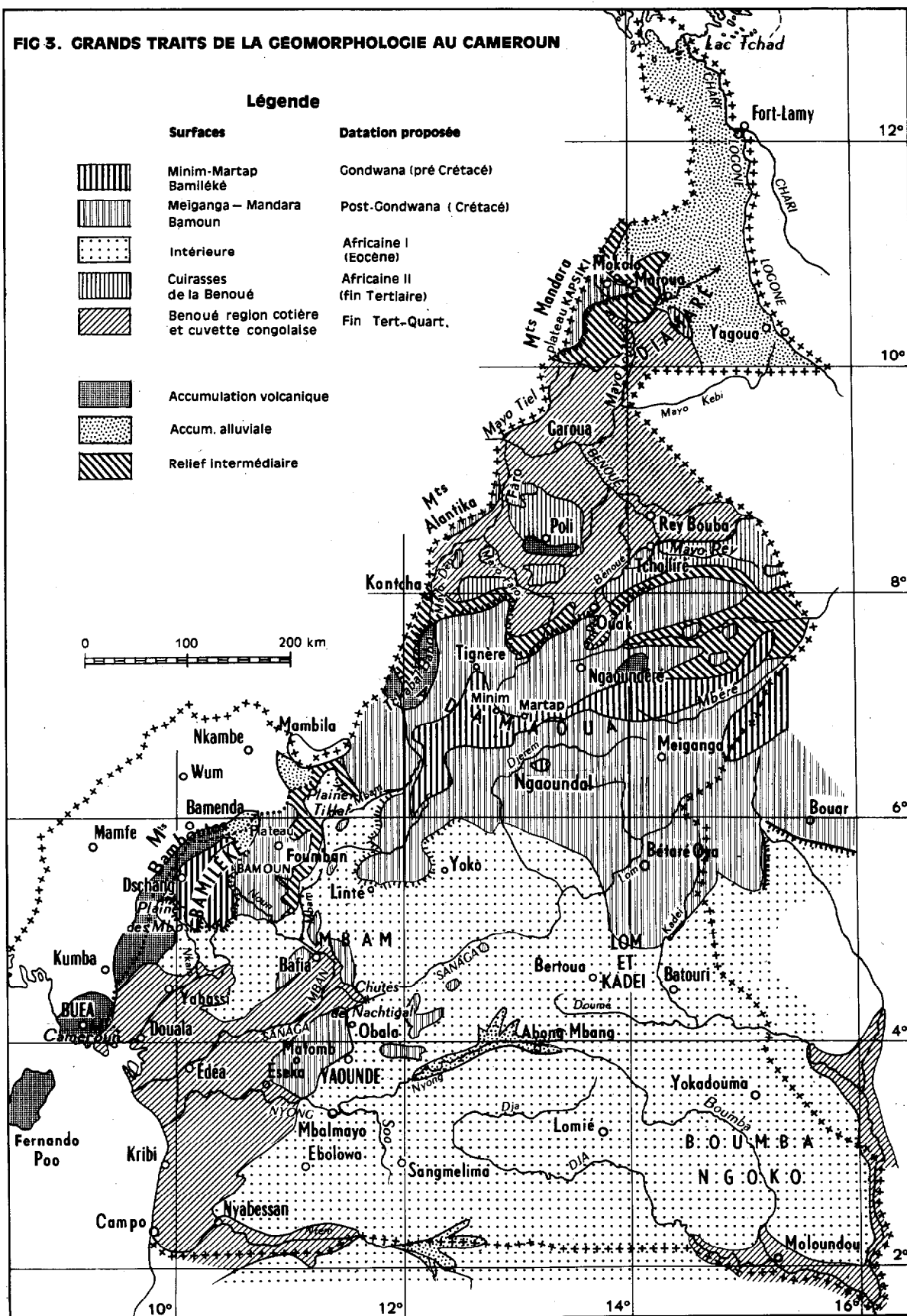
L'observation de nombreux profils dans cette région montre que le troisième horizon est très fréquent, et présent à une profondeur très variable. Il implique un remaniement de la partie supérieure des profils.

Les caractéristiques physiques et chimiques de ces sols indiquent une quantité assez modeste de matière organique malgré la couverture forestière dense : 3,6 % en moyenne de 0 à 10 cm avec un rapport C/N de l'ordre de 14. Elle diminue rapidement avec la profondeur : 1,2 % à 30 cm, 0,77 % à 80 cm. Le pH est très acide : 4,7 à 5,1 (il est plus élevé en surface qu'en profondeur). Les teneurs en argile sont de 17,6 % en surface avec 33 % à 30 cm et 40 % à 80 cm. Les teneurs en limon sont très faibles. Malgré l'augmentation de la teneur en argile, il ne s'agit pas d'un horizon illuvial en profondeur. Les teneurs en bases échangeables sont très faibles : 0,8 à 1,5 mé en surface : 0,6 mé en profondeur (à 80 cm). Le degré de saturation est de 15 à 20 % en surface, moins

(2) Il s'agit, en fait, d'une zone mixte qui comprend une plaine alluviale et une surface d'érosion.

(3) Il faut ajouter que la limite est située en forêt dense, dans une région particulièrement difficile d'accès.

FIG 3. GRANDS TRAITs DE LA GEOMORPHOLOGIE AU CAMEROUN



de 10 % en profondeur. Le contenu minéralogique fait apparaître de fortes teneurs en kaolinite. La gibbsite est fréquente dans beaucoup de ces sols ; elle peut ne pas exister. La goethite constitue le minéral ferrugineux. De l'analyse thermopondérale, on a pu calculer les proportions suivantes :

Kaolinite	50 - 60 %
Goethite	35 - 42 %
Gibbsite	2 - 10 %

Cet ensemble de propriétés permet de classer ces sols dans les sols ferrallitiques fortement désaturés (AUBERT et SEGALIN, 1966) (Udox de la classification américaine, SMITH 1965).

Discussion

La surface est plane dans son ensemble mais elle est découpée à l'infini, en une multitude de petites collines où le drainage peut être bon à très bon à la partie supérieure (présence de gibbsite) et médiocre à la base (kaolinite dominante), avec des sols hydromorphes dans les bas-fonds. Actuellement, le sol, bien tenu par une végétation forestière dense, est peu sujet à une érosion de surface. Par contre, "l'érosion chimique" par soutirage des bases et de la silice, et associée à une multitude de petits ruisseaux paraît responsable du modelé de détail actuel. La pédogenèse reprend des éléments d'une pédogenèse plus ancienne, ce qui explique l'hétérogénéité des profils et l'abondance des amas gravillonnaires et des fragments de quartz.

Quoiqu'il en soit, la ferrallitisation, agissant par hydrolyse et élimination d'une grande partie des constituants des roches, provoque un abaissement très lent de ces collines.

1.3 - La surface intérieure

Cette surface est la plus vaste du Cameroun puisqu'elle concerne tout le sud et le sud-est du pays. Elle pénètre très largement au Gabon, où elle a fait l'objet d'une étude de CHATELIN (1964). Elle s'étend également vers l'est en République Centrafricaine. Elle s'achève assez brusquement à l'ouest par un escarpement prononcé sur la surface côtière. Vers le nord, elle s'achève aux contreforts de l'Adamaoua, dont elle est séparée par une dénivellation peu importante à l'est, mais haute de plusieurs centaines de mètres à l'ouest. La plaine Tikkar constitue l'extrémité occidentale de cette surface, limitée de trois côtés par l'Adamaoua, le plateau de Mambila et le plateau Bamoun. Vers le sud-est sans doute, n'existe-t-il pas de véritable escarpement entre la surface intérieure et la cuvette congolaise. En effet, Yokadouma est à 550 m de Moloundou à 350 m. Il existe une descente assez graduelle vers la cuvette, compliquée par la présence de dolérites toujours en relief.

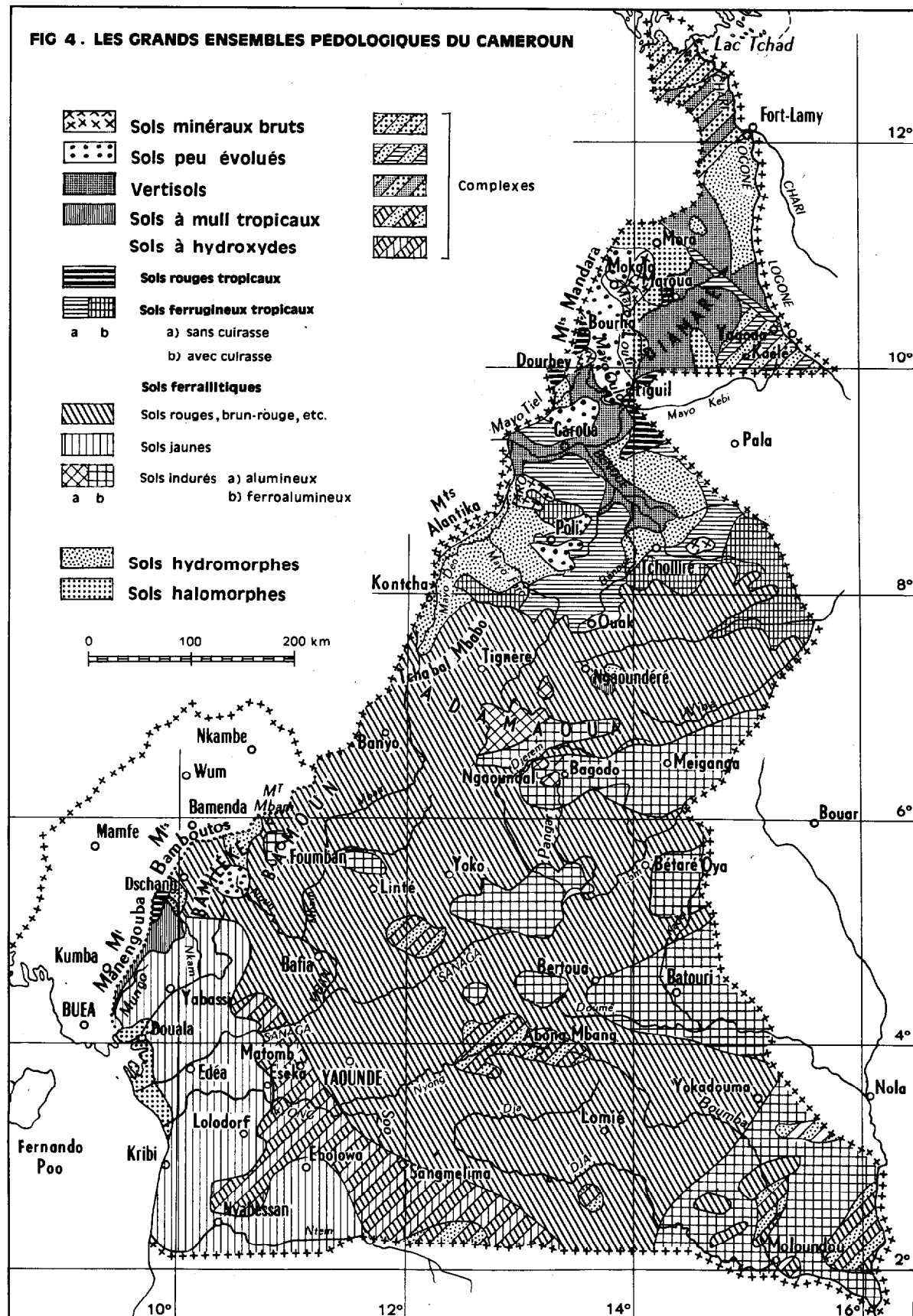
L'altitude moyenne de la surface est de l'ordre de 700 m. Elle est proche de 800 m au nord et diminue légèrement au centre, où elle n'est plus que de 600 m, pour remonter (à Yaoundé) à 750 m et diminuer de nouveau vers le sud, comme si la surface avait été affectée par un vaste mouvement d'ondulations. L'étude détaillée d'une région (4) montre que, si la platitude d'ensemble est respectée, on peut distinguer des secteurs juxtaposés et séparés par des différences d'altitude de quelques dizaines de mètres. On peut penser que de faibles mouvements tectoniques en sont responsables, se traduisant par des différences sensibles du drainage des vallées.

L'uniformité de cette surface paraît une de ses caractéristiques majeures. Elle est toutefois rompue par quelques massifs résiduels d'importance variable. A l'ouest de Yaoundé, un massif, actuellement fortement découpé par l'érosion, domine la ville. Son altitude est de l'ordre de 1 000 m et tous les sommets sont proches de cette cote. D'autres massifs existent à l'ouest de Bafia et près d'Ebolowa. Des résidus isolés parsèment la plaine Tikkar, les environs de Yoko (5) et bien d'autres

(4) Cf. ce numéro (D.MARTIN, 1967).

(5) Celui de Fouy est facilement accessible depuis la route de Yaoundé à Yoko.

FIG 4 . LES GRANDS ENSEMBLES PÉDOLOGIQUES DU CAMEROUN



SERVICE CARTOGRAPHIQUE DE L'O.R.S.T.O.M.

endroits. Les îlots situés au sud de Yoko sont considérés par GAZEL (1955) comme séparés par l'érosion de la plateforme de l'Adamaoua. Leur importance est variable, mais l'altitude est sensiblement constante. Il s'agit en effet de buttes résiduelles d'une surface plus ancienne.

Les roches qui constituent le soubassement de la surface sont essentiellement des roches cristallines acides (granites divers et roches métamorphiques) attribuées au précambrien inférieur. Il existe également des roches d'un métamorphisme moins poussé attribuées au précambrien moyen et supérieur (GAZEL, 1957). Toutefois, si les massifs résiduels paraissent bien appartenir aux roches cristallines les plus résistantes (granites, embréchites, etc.), les roches plus tendres, telles que schistes et chloritoschistes ne constituent pas forcément des zones déprimées dans le paysage, et l'on passe le plus souvent d'une roche à une autre sans dénivellation importante.

Le système hydrographique présente quelques particularités remarquables (Figure 2). La rivière la plus importante est la Sanaga, constituée de la confluence de trois rivières coulant du nord et nord-est (Djérem, Pangar et Lom) et grossie du Mbam, venant également du nord (Figure 4). Aucun affluent digne de ce nom ne provient du sud. Elle coule dans la partie la plus basse de la surface : son cours est loin d'être régularisé puisqu'il y a de nombreuses chutes en escalier.

Plus au sud, le Nyong coule d'est en ouest. Une partie importante de son cours, surtout en amont, est marécageuse, tandis que certains de ses affluents et non des moindres comme le Haut-Dja, ont été capturés au profit du Congo (6). Le Ntem, parallèle au Nyong, coule un peu plus bas au sud et quitte la surface par une série de rapides. Cet ensemble de grandes rivières a un cours assez lent et coule généralement pratiquement au niveau de la surface. Le dépôt d'alluvions est insignifiant, l'érosion latérale très faible, l'enfoncement sur la surface, malgré l'altitude de celle-ci, est négligeable.

Dans le détail, on observe, comme sur la surface précédente, une multitude de petites collines dont les versants sont d'abord convexes puis concaves. La pente au point d'inflexion est le plus souvent assez forte. Le sommet des collines est presque toujours arrondi, mais les sommets se trouvent à la même altitude. Le cuirassement, qui s'observe en de nombreux points, donne à la surface une allure plane assez générale. Elle la protège et la partie convexe du versant est alors inexistante ; seule se développe la partie concave. Le plus souvent, la différence entre le sommet des collines et le fond plat du thalweg voisin est assez faible, 10 à 20 m au plus (Photos 1 et 2).

Les sols de cette surface ont fait l'objet de travaux de plusieurs pédologues du Centre O.R.S.T.O.M. de Yaoundé. Parmi les plus importants, il y a lieu de citer ceux de BACHELIER (1958) sur la pédogenèse aux environs de Yaoundé, BACHELIER, CURIS et D. MARTIN (1956) sur les sols des savanes de l'est, D. MARTIN (1967) sur les sols du centre. On pourra encore consulter la notice de la carte des sols du Cameroun au 1/1 000 000 par D. MARTIN et P. SÉGALEN (1966).

Les sols de l'ensemble de la surface appartiennent à différentes catégories de sols ferrallitiques fortement ou moyennement désaturés. Il s'agit de sols jaunes, comme ceux de la surface précédente (environs d'Ebolowa) ou bien de sols rouges dérivant de roches cristallines variées : migmatites, ectinites, granites, schistes, chlorito-schistes, etc.. Dans la partie nord de la surface, les sols sont de couleur brun-jaune. Sur de grandes zones dans l'est et le centre, ils appartiennent aux sols ferrallitiques indurés.

Du point de vue morphologique, on peut schématiser les sols rouges de la manière suivante :

- 1 - un horizon A, gris à brun-gris, argilo-sableux, de structure fine moyennement développée, poreux à très poreux, marqué par l'activité des animaux (vers, termites) ;
- 2 - un horizon B, rouge à rouge-jaune, épais de plusieurs mètres (2 à 10), argileux ou argilo-sableux, le plus souvent sans structure nette, mais assez poreux et friable ;
- 3 - un horizon tacheté, de quelques décimètres à un mètre, peut exister ;
- 4 - un horizon d'altération de la roche.

(6) On peut suivre le parcours de l'ancien Haut-Dja qui rejoignait le Nyong par l'intermédiaire du Soo. Sur les figures 3 et 4, on notera le reroussement caractéristique du Dja.

Les caractéristiques physico-chimiques de ces sols sont leurs hautes teneurs (40 à 65 %) en argile, leurs faibles teneurs en limon (8 à 12 %) ; leur pH acide (4,5 à 5,5) ; la faible capacité d'échange de l'horizon B (4-7 mé /100 g) associée à un degré de saturation très faible (15%), une argile essentiellement kaolinique et goethitique, très faiblement gibbsitique.

Les sols ferrallitiques indurés sont fréquents dans la partie est de la surface, mais peuvent exister dans de nombreux endroits très proches de Yaoundé. Dans le sud-est forestier, encore mal connu, les cuirasses paraissent très fréquentes, au nord de Yokadouma, de Moloundou, près de Lomié, etc. (Fig. 3 et 4).

La morphologie est alors la suivante :

- 1 - un horizon A brun, argilo-sableux, de moins d'un mètre ;
- 2 - un horizon B rouge, argileux, passant de manière brutale à
- 3 - un horizon Bfe rouge, constitué de gros blocs cuirassés et de gravillons sur 1 à 3 m ;
- 4 - un horizon tacheté rouge et jaune ;
- 5 - une roche altérée friable bariolée.

Les caractéristiques physiques et chimiques ne sont guère différentes de celles des sols ferrallitiques rouges précédents, en ce qui concerne l'acidité, le degré de saturation et la nature des argiles, où domine toujours la kaolinite. Dans la cuirasse, on note un très net enrichissement en fer, mais non en alumine.

Il n'est pas rare d'observer sur toute cette surface des sols ferrallitiques riches en gravillons présents à différentes profondeurs. Dans la plaine Tikkar, ils sont très proches de la surface, tandis que, aux environs de Yaoundé, ils existent sous plusieurs mètres de sol rouge meuble.

BACHELIER, CURIS, MARTIN (1956) font remarquer que des remaniements ont intéressé la partie supérieure des profils, avec ablation d'une partie de l'horizon B et dépôt de produits détritiques grossiers (cailloux de quartz subanguleux, gravillons) et fins. Des sols de ce genre peuvent être observés à proximité de la Sanaga, où on peut les mettre en rapport avec une reprise de l'érosion dans la zone proche du fleuve. Ces sols décrits par VALLERIE (1962) et par MARTIN (ce numéro) peuvent se ramener au schéma suivant :

- | | |
|------------|---|
| 0 - 20 cm | Humifère, brun, argilo-sableux bien structuré. |
| 20 - 60 cm | Nappe de concrétions et cailloux de quartz anguleux, brun rouge. |
| au dessous | Horizon brun rouge argileux, représentant une roche-mère très décomposée, mais avec encore quelques minéraux en cours d'altération. |

Un tel profil représente la troncature d'un sol ferrallitique, avec dépôt, sur l'horizon C, des produits d'érosion provenant d'une faible distance. Leurs caractéristiques physiques et chimiques sont nettement meilleures que celles des sols ferrallitiques habituels : pH plus élevé (5,5 à 6,0), somme des bases échangeables plus forte, degré de saturation de 40 à 50 % ; le seul minéral argileux est la kaolinite.

La valeur agricole de ces sols est bien meilleure que celle des sols ferrallitiques typiques : c'est pourquoi ils sont cultivés abondamment par les planteurs de cacaoyers.

Discussion

L'ensemble de cette surface, dont l'étendue est immense, est remarquablement plane sur la presque totalité du sud et sud-est du Cameroun.

Le réseau hydrographique est faiblement enfoncé. Il a toutefois été modifié (captures des affluents du Nyong, par exemple) lors de "gondolements" ultérieurs.

L'aplanissement qui a abouti à la mise en place de la surface a été poussé presque jusqu'à son terme, car les reliefs résiduels sont localisés et assez peu nombreux. Cet aplanissement paraît avoir été marqué par une pédogenèse ferrallitique qui s'est achevée par un cuirassement ferrugineux couvrant des surfaces considérables. A ce moment, l'aplanissement était tel que le drainage était médiocre et la nappe phréatique suffisamment élevée pour nourrir une cuirasse.

Par la suite, sans doute après les gondolements et petites cassures localisés, le niveau de base a dû être plus ou moins modifié. A proximité de la Sanaga, située près d'un point bas de la surface, une érosion régressive a déclenché un remaniement superficiel des sols (au nord de Yaoundé,



Photo 3 -
Plateau du Ngaoundal. Au fond, cuirasse bauxitique.
Savane à *Daniela oliveri*.

(clichés P. SEGALEN)



Photo 4 -
Rebord du plateau de Minim-Martap
(cuirasse bauxitique). Adamaoua.

entre Nachtigall et Obala par exemple) et la formation de sols remaniés avec isolement de petites buttes-témoins couronnées de sols rouges. Un léger déplacement du niveau de base provoque un fractionnement considérable de la surface avec individualisation d'une multitude de petites collines analogues à celles décrites précédemment où l'altération chimique est importante. La cuirasse, là où elle existe, apparaît aux bords de petits plateaux, ou bien a été basculée et fragmentée, paraissant s'être enfoncée sur place par suite du soutirage chimique.

Les sols actuels, humides toute l'année, ont un drainage général assez faible ; la végétation forestière est telle que la transpiration évacue la majeure partie de l'eau de pluie. La kaolinite est le minéral alumineux le plus souvent observé. Il n'est pas rare de trouver des sols où elle constitue le seul minéral alumineux, la gibbsite n'étant observable que dans la partie supérieure de certains profils. La goethite est le constituant ferrugineux habituel.

1.4 - Les surfaces du centre et de l'ouest

Tout le centre du Cameroun est situé à une altitude encore plus élevée que la partie méridionale du pays. Il correspond à l'appellation de plateau de l'Adamaoua. Au delà de l'interruption brutale de la plaine Tikkar, il trouve son prolongement naturel dans les hauteurs du Cameroun occidental (de part et d'autre de la ligne séparant les deux Etats de la Fédération). Cette zone se poursuit en Nigeria à l'ouest, et en République Centrafricaine à l'est.

On peut y distinguer, comme LASSERRE (1961), deux niveaux, l'un à 800-1 100 m, et l'autre à 1 000-1 300 m, qui toutefois ne sont pas toujours très aisés à différencier. Le premier correspond aux parties sud et nord du plateau de l'Adamaoua et porte les localités de Meiganga, Betare-Oya, Yoko, Ngaoundéré, Banyo. Il comprend également le plateau Bamoun. Ce niveau se prolonge largement au-delà de la frontière vers l'est. Le deuxième comprend le reste de l'Adamaoua et le plateau Bamiléké. La nature géologique de toute cette zone est maintenant connue depuis les travaux de GEZE (1943), E. et J. SARCIA (1952), WEECKSTEEN (1957), GUIRAUDIE (1949-1953), GAZEL (1957), LASSERRE (1961), qui en ont étudié les différents aspects. Le soubassement est entièrement cristallin et constitué de granites variés associés à des roches métamorphiques où les migmatites sont bien représentées. Des roches d'un métamorphisme peu poussé (schistes et micaschistes de la série du Lom) ne jouent qu'un rôle peu important au sud-est de Meiganga.

Le plateau de l'Adamaoua est affecté par une double cassure orientée SW-NE dans laquelle coulent actuellement les rivières Mbéré et Djérem. Dans le fossé ainsi créé se sont déposés des sédiments détritiques datés du Crétacé. D'autres accidents tectoniques de moindre importance affectent le plateau et sont responsables du relèvement d'un rebord nord du plateau (LASSERRE 1961, E. ROCH 1953). On connaît également des failles accompagnées très souvent de mylonitisation ; elles sont presque toujours orientées SW-NE. Des épanchements basaltiques très fluides d'une ampleur considérable ont recouvert le plateau, et ce qu'on en voit maintenant n'est très probablement qu'une partie de l'étendue totale d'autrefois. Ce basalte recouvre les sédiments crétacés de la Mbéré. GEZE, ROCH et LASSERRE leur assignent un âge crétacé terminal.

La végétation qui recouvre l'ensemble des surfaces du centre est actuellement la savane arborée à *Lophira alata*, *Daniella Oliveri*, etc. avec une strate herbacée régulièrement brûlée en raison de la grande abondance des troupeaux. Mais les formes du paysage mettant beaucoup plus longtemps à se mettre en place qu'une formation végétale, il est fort probable que cette savane, relativement jeune, n'a que peu de relation avec la morphologie actuelle (7). La forme des versants prend nettement une allure concave sur l'ensemble des pentes. La partie convexe du sommet est assez brève. Elle est quasi inexistante lorsqu'une cuirasse couronne les plateaux. Les pentes peuvent dans ce cas être parsemées de blocs plus ou moins gros qui se désagrègent assez rapidement,

(7) Le Tchabal Babo, à l'extrémité occidentale du plateau, est occupé par une forêt qui doit représenter la végétation primitive.

tandis qu'au-dessous d'eux l'altération se poursuit.

1.4.1 - LA SURFACE DE MEIGANGA

La surface de Meiganga constitue la partie sud et sud-est de l'Adamaoua. Elle est limitée au nord par la surface supérieure ; la différence avec celle-ci est parfois peu importante, mais, vers Bagodo, elle atteint plusieurs centaines de mètres. Des résidus de la surface supérieure constituent, près de cette localité des buttes-témoins de grande dimension. Vers le sud, la dénivellation avec la surface intérieure est particulièrement abrupte près de Yoko et Linté ; par contre, vers Bétaré-Oya, le passage d'une surface à l'autre est graduel. On peut également rattacher à cette surface les régions de Banyo et Tignère, dominées par les accumulations volcaniques anciennes du Tchabal Babo. Le passage du plateau à la plaine Tikkar se fait par une dénivellation très brutale de près de 700 m. Vers le nord, la descente de Ngaoundéré sur Ouak, ou de Tignère sur Kontcha, est également du même ordre de grandeur.

Le relief de détail est assez tourmenté. Les rivières sont nombreuses et ont découpé la surface en une multitude de plateaux allongés séparés par des vallées profondes de plusieurs dizaines de mètres.

On peut distinguer de nombreux petits plateaux (près de Meiganga par exemple) aux bords escarpés, occupés par des cuirasses ferrugineuses dominant des sols ferrallitiques souvent très profonds dérivant de roches plutoniques ou métamorphiques, ou bien, par endroits, de roches intrusives basiques. Ces sols appartiennent aux groupes des sols ferrallitiques typiques remaniés ou indurés. Leur richesse en gravillons est très grande. Ils ont fait l'objet de divers travaux de BACHELIER (1959) et D. MARTIN (8). Ce dernier a observé dans la zone de Yoko et au sud de Meiganga des sols ferrallitiques brun-jaune dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

Horizon A, de 10 à 12 cm, de couleur brun-rouge foncé à brun-gris ; généralement sableux ; structure nuciforme moyenne, marqué par l'action des vers.

Horizon B, de 1,5 à 1,6 m, brun-jaune à jaune-rouge ; argileux ; de structure polyédrique fine ; très faiblement développé ; poreux peu cohérent ; à la base de cet horizon de nombreux gravillons sans forme définie.

Les caractéristiques physiques et chimiques sont : degré de saturation moyen en surface (30 à 50 %) et 20 à 30 % en profondeur ; le pH est compris entre 5 et 6 ; la fraction argileuse est constituée essentiellement de kaolinite et hydroxydes de fer. SIEFFERMANN (1959) qui a étudié des argiles extraites de ces sols y a identifié kaolinite et gibbsite.

L'ensemble de la surface présente, au niveau du socle, une altitude de 800 à 1 000 m par rapport au niveau de la mer. Par endroits (au nord de Ngaoundéré en direction de l'est et de l'ouest) elle a été recouverte par des épanchements basaltiques qui se sont déversés dans la fosse de la Mbéré. Des épanchements trachytiques plus localisés (Nganha), puis de nouveau basaltiques à une époque très récente, ont bouleversé la surface du plateau et gêné l'écoulement des eaux (Wina). Les sols de cette partie du plateau ont fait l'objet de travaux de BACHELIER et LAPLANTE (1949). La surface paraît se prolonger en République Centrafricaine à l'est et en Nigeria à l'ouest (PUGH, 1953, 1954). Sensiblement à la même altitude, au sud-ouest de l'échancrure de la plaine Tikkar, on retrouve le plateau Bamoun dont l'altitude varie de 1 000 à 1 200 m au niveau du socle cristallin. Ce plateau a été, lui aussi, partiellement recouvert de basalte ancien que l'on attribue au crétacé, comme celui de l'Adamaoua.

(8) Ces sols n'ont pas donné lieu à des publications particulières. Leurs caractéristiques sont données dans la notice de la carte du Cameroun par D. MARTIN et P. SEGALEN en 1966.

1.4.2 - LA SURFACE DE MINIM-MARTAP

La surface de Minim - Martap correspond à la partie centrale de l'Adamaoua et constitue une bande est-ouest assez allongée. Les plateaux du Ngaoundal et du Ngaoudourou, situés au sud du Djérem, peuvent être rattachés à la zone précédente. L'altitude prise au socle est de l'ordre de 1 200 m. La couverture basaltique au sommet des plateaux est à peu près partout la règle. La hauteur de commandement au-dessus des zones environnantes est à peu près toujours de 200 m. Les thalwegs découpant ces plateaux en lanières assurent toujours un très bon drainage.

Les sols de cette surface appartiennent aux sols ferrallitiques indurés. Les épaisseurs de cuirasse bauxitique atteignent 30 m. La gibbsite est le minéral dominant, avec accessoirement de la goethite et de la kaolinite. La boehmite est rare mais a été observée.

A l'ouest du plateau Bamoun, après une marche de près de 200 m, se développe le plateau Bamiléké où le socle granito-gneissique est à 1 200 m environ ; la couverture basaltique est telle que l'altitude moyenne est de 1 400 m, tandis qu'au Cameroun occidental, les empilements successifs de lave portent l'altitude à plus de 1 800 m (PUGH 1953-4, HAWKINS et BRUNT 1965, BAWDEN et LANGDALE-BROWN 1961). Les thalwegs sont peu enfoncés à la surface du plateau mais découpent tous les bords par de profondes vallées. A l'ouest du plateau, une nouvelle surface à 750 m, la plaine de Mbos, apparaît comme une réplique de la plaine Tikkar.

Les sols sont des sols ferrallitiques typiques ou humifères. Des zones localisées constituent de véritables cuirasses bauxitiques (WEECKSTEEN, 1957).

Un volcanisme récent, analogue à celui de l'Adamaoua, a modifié les sols les plus anciens et perturbé le réseau hydrographique. Les sols y ont été étudiés par BACHELIER, CURIS, D. MARTIN et SEGALIN (entre 1956 et 1961).

1.4.3 - A L'OUEST ET AU NORD DE BANYO

A l'ouest de Banyo, on peut observer un nouveau plateau d'altitude encore plus élevée (1 750 m et plus), le Mambila (KOCH 1953, PUGH 1954), tandis qu'au nord-ouest s'étendent les Monts Alantika.

Le plateau de **Mambila** est situé dans l'angle de la nouvelle frontière entre la Nigeria et le Cameroun. HOPE (1966) le décrit comme faisant la suite des "Bamenda Highlands" avec une topographie assez tourmentée, mais où tous les sommets sont situés entre 1 750 et 2 000 m. Les flancs des vallées encaissées sont à pentes fortes, les interfluvies sont aplanis et couronnés de basalte ou de résidus d'une surface cuirassée. Il s'agit, par conséquent, d'un plateau très ancien fortement disséqué, recouvert de basalte ancien. PUGH le rattache à la surface gondwanienne.

Au nord de l'Adamaoua, les monts Alantika, dont l'altitude est proche de 1 800 m, présentent un sommet tabulaire (cf Photo présentée par PUGH dans l'ouvrage de DURY, 1966).

Discussion

Les différentes surfaces de l'Adamaoua constituent les plus élevées et sans doute aussi les plus anciennes du pays. Réunies pour la commodité de l'exposé, elles constituent très certainement des entités très différentes.

Leur partie superficielle est actuellement très accidentée par suite de l'enfoncement des cours d'eau. Il est à noter d'ailleurs que celui-ci est beaucoup plus important sur le versant nord qui est entaillé par de larges et profondes échancrures, que sur le versant sud, où les rivières comme le Djérem descendent le rebord du plateau sans l'entamer sérieusement. Les versants prennent dans cette zone un profil plus concave que convexe. La fragmentation et le déplacement des fragments prennent une certaine importance, tandis que l'altération continue à jouer en profondeur. Le climat tropical à alternance saisonnière marquée doit favoriser ce type de versant.

Les surfaces les plus anciennes sont celles de Mambila, puis celles de Minim-Martap et Bamiléké ; celle de Meiganga s'est mise en place aux dépens des précédentes dans l'Adamaoua. Au

cours de leur histoire, très longue, on peut noter plusieurs séries de faits :

1 - La genèse de la surface de Meiganga s'est déroulée tandis qu'une érosion importante s'attaquait à la surface de Minim-Martap, aboutissant aux sédiments gréseux et conglomératiques conservés grâce au jeu de failles de la Mbéré dans l'ouest de l'Adamaoua.

2 - Des éruptions volcaniques (basalte hawaïen) se sont produites sur ces différentes surfaces. Dans l'Adamaoua, les nappes hawaïennes ont recouvert les sédiments du Djérem, ce qui leur donne un âge au moins crétacé. Mais il est très probable que les basaltes de Ngaoundal leur sont bien antérieurs par suite à la fois de leur position topographique plus élevée et de leur altération beaucoup plus forte.

Les immenses nappes basaltiques de l'Adamaoua et de l'ouest ont donc fossilisé les deux surfaces et ont évolué ensuite sous les conditions climatiques ultérieures.

Dans le Cameroun occidental, le "très vieux" basalte a été recouvert par plusieurs venues volcaniques successives, si bien que la venue la plus récente constitue un plateau à 1 800 m (HAWKINS et BRUNT, 1965).

3 - L'évolution pédologique sur les plateaux paraît être essentiellement ferrallitique. Sur les granites, on observe une zone d'altération très puissante (10 à 20 m parfois). Dans les coupes importantes, on note des sources, des suintements d'eau, indiquant que l'altération de la roche saine peut se poursuivre encore en profondeur. En surface, beaucoup de profils paraissent bien avoir été tronqués avec dépôt de matériaux grossiers résultant d'un transport.

L'altération des basaltes est extrêmement forte se traduisant par une accumulation relative de plusieurs dizaines de mètres de produits bauxitiques. Il apparaît certain qu'une très longue période a dû être nécessaire pour aboutir au stade actuel. Sur la surface de Meiganga, des buttes-témoins cuirassées subsistent, indiquant que cette surface a été fossilisée elle aussi par un cuirassement cette fois ferrugineux.

De nos jours, un cuirassement ferrugineux peut très bien se produire et former de nombreux petits bowé. De plus, au pied des plateaux alumineux, des fragments de bauxite ont été repris dans des cuirasses ferrugineuses de glaci.

On peut donc résumer les trois niveaux de la manière suivante : la surface de **Mambila**, la plus haute, la plus ancienne et la moins connue ; les surfaces de **Minim-Martap** et du **Bamiléké**, recouvertes par des basaltes très anciens, dont le degré de décomposition est très poussé, avec, par endroits, jusqu'à 30 m de bauxite ; la surface de **Meiganga**, partiellement recouverte de basalte ancien, ayant donné une couverture plus ferrugineuse. L'ensemble est actuellement plus ou moins activement découpé par l'érosion des rivières qui morcellent les surfaces en une multitude de petits plateaux.

1.5 - Les surfaces de la Bénoué

La Bénoué descend du plateau de l'Adamaoua et se dirige d'abord vers le nord avant d'obliquer vers l'ouest assez brusquement (à une latitude légèrement supérieure à 9°N), pour aller grossir le Niger, à plusieurs centaines de kilomètres de là. A l'exception de la Vina et de la Mbéré, qui coulent vers le nord-est et sont tributaires du Logone, les rivières qui descendent du plateau vers le nord (Mayos (9) Déo, Faro, Rey) sont des tributaires de la Bénoué, et il en est de même de celles (Mayos Tiel, Louti, Oulo) qui proviennent du massif Mandara (10) situé plus au nord. Une mention spéciale doit être faite pour le Mayo Kebbi qui vient de l'est et amène dans le bassin de la Bénoué un excès d'eau de la cuvette tchadienne, ce qui fait craindre une capture du Logone par le Niger.

(9) Dans tout le nord Cameroun, une rivière se dit Mayo.

(10) Les "Monts Mandara" désignent une zone de hauteurs, aplanies au plateau Kapsiki, de massifs granito-gneissiques au nord de Mokolo et tous les massifs résiduels plus ou moins importants situés tout autour.

La zone désignée ici par "surfaces de la Bénoué" correspond, en fait, à la partie camerounaise du bassin versant de la Bénoué. Elle s'étend depuis le pied de la falaise de l'Adamaoua au sud, jusqu'au pied des Monts Mandara au nord. Vers l'est, elle se raccorde à la cuvette tchadienne à l'est d'une ligne Mokolo-Kaélé ; vers l'ouest, elle s'ouvre largement sur la Nigeria. L'altitude, au pied de l'escarpement de l'Adamaoua, est de 5 à 600 m environ ; à Garoua, elle est de 180 m près du fleuve ; elle remonte à 400 m près du massif Mandara. La zone de la Bénoué a donc en gros, la forme d'un V très aplati et dissymétrique, dont la partie centrale est occupée par le fleuve. La pente moyenne est de l'ordre de 0,1 %. A Garoua, séparé de la mer par 1 200 km, la force érosive du fleuve est très faible, et celui-ci peut être considéré comme un niveau de base local pour l'ensemble de la région environnante.

Mais l'ensemble de la zone est loin d'être homogène en raison de la nature de son sous-sol et son passé géologique.

Du point de vue géologique, cette région présente une variété considérable. Elle a été étudiée par P.KOCH (1959), E.ROCH (1953), P.SCHWOERER (1965). Le soubassement est constitué par des roches cristallines granitiques ou métamorphiques. Mais, dès le crétacé inférieur, la mer, venue à travers la Nigeria actuelle, dépose des sédiments variés qui sont plissés ultérieurement et conservés dans de petits synclinaux au nord de Garoua. Au crétacé moyen se situe le maximum d'extension de la mer qui atteindra la zone de Pala avec dépôts de sédiments calcaires. Une émergence se produira alors, suivie du dépôt de puissantes couches de sédiments gréseux attribués au crétacé supérieur ou début du tertiaire. Tous ces matériaux se mettent en place dans la partie du pays qui est maintenant la "vallée" de la Bénoué, et au nord de celle-ci.

L'ensemble de la zone envisagée présente une certaine uniformité depuis le pied de la falaise de l'Adamaoua jusqu'au massif Mandara. Elle est interrompue cependant par de nombreux massifs granito-gneissiques isolés dont l'altitude est variable : 1 000 à 1 200 m près de Rey Bouba, 5 à 600 m près de Garoua. Le massif de Poli est considéré par P.KOCH (1959) comme hypo-volcanique. A la frontière de la Nigeria s'élèvent les monts Alantika, beaucoup plus hauts (1 800 m). A proximité de Garoua se dressent de nombreux plateaux gréseux, tant au sud qu'au nord de la Bénoué ; ils dominent la pénéplaine de plusieurs centaines de mètres ; E.ROCH (1953) a montré que cette zone a été fortement faillée, ce qui explique la différence importante qui existe entre les niveaux des plateaux sur la rive sud (300 m environ) et sur la rive nord (5 à 700 m).(11).

Dans la partie sud de la région existent de vastes plateaux cuirassés (cuirasses ferrugineuses) qui ont été observés par KOCH (1959) à l'ouest et à l'est par D.MARTIN (1961). Ces cuirasses se poursuivent en République du Tchad. Leur altitude varie entre 400 et 500 m. Elles constituent des plateformes dominant de 10 à 20 m les terrains environnants. Leurs bords sont attaqués par l'érosion ce qui montre qu'elles ne sont pas actuelles. D'autres cuirasses, également ferrugineuses, peuvent être observées plus au nord, entre Maroua et Kaélé, à une altitude très voisine de celle de la rive sud de la Bénoué. Elles peuvent être mises en relation avec de nombreux affleurements de roches vertes et sont recouvertes partiellement par des dépôts de la cuvette tchadienne.

Le réseau hydrographique est encore peu enfoncé et il y a très peu de différence d'altitude entre les fonds des thalwegs et les interfluves voisins. L'aplanissement, généralement bien réalisé, fait que le drainage local et l'évacuation des eaux de pluies doivent être plutôt médiocres.

L'examen des versants montre que ceux-ci sont toujours concaves, quel que soit le matériau (grès ou granite). Les pentes sont très fortes, encombrées de blocs souvent très gros, sans fragments de taille moyenne. La fragmentation en sable permet à ceux-ci d'être évacués par les eaux de pluie et étalés au pied des buttes en glaciis plus ou moins importants. Le changement de pente est parfois très brutal. Tous les inselbergs, tous les massifs importants, sont entourés d'une zone d'épandage de matériaux meubles de nature sableuse, dont la pente est très faible. Les sols qui se développent ultérieurement sur ces glaciis sont variables et étudiés plus loin. Lorsque les flots résiduels ont complètement disparu, les glaciis se rejoignent par leurs sommets, et les vallées présentent la forme de V très aplatis. (Photos 8 et 9).

(11) L'Institut Géographique National, dans son "Atlas des formes du relief" (1956), a d'ailleurs pris la vallée de la Bénoué (p.104) comme exemple de compartiments faillés.

La végétation que l'on observe actuellement est la savane lorsqu'il n'y a pas de cultures. Mais l'emprise humaine y est très forte ; lorsqu'elle n'existe pas, on peut observer une forêt décidue ou une forêt claire. Le remplacement de la forêt par la savane et les cultures dans certains points, près des monts Mandara, s'effectue actuellement sous nos yeux (entre Mokolo et Mora par exemple).

Les sols que l'on observe entre Adamaoua et Mandara résultent des influences du climat (de type soudanien), du faible enfoncement du réseau hydrographique, et de la très grande platitude du relief se traduisant souvent par un drainage médiocre. Ils seront dans l'ensemble peu profonds, marqués surtout par l'hydromorphie, l'appauvrissement d'une partie importante du profil en fer et argile, et une redistribution du fer qui peut s'accumuler dans des zones basses pour former des cuirasses ferrugineuses, suivant un processus mis en évidence par R. MAIGNIEN (1959). D. MARTIN (1962) a étudié les sols de cette région. Il a distingué des sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions sur grès ou roche grenue acide, caractérisés par le profil suivant :

un Horizon A₁ humifère, gris, de 15 à 20 cm, souvent sableux, à structure très fragile et poreux ;

un Horizon A₂, de couleur plus claire, de 20 à 25 cm, à structure peu développée et poreux ;

un Horizon B, de 60 à 80 cm, de couleur brun-jaune à jaune, plus argileux, de structure nuciforme ou polyédrique peu développée, avec des taches rouille diffuses passant à des concrétions de forme irrégulière ;

un Horizon C, peu épais, passant à la roche-mère, sableux, avec minéraux peu altérés.

Les caractéristiques essentielles de ces sols sont les suivantes :

Du point de vue granulométrique, on note une augmentation graduelle de la teneur en argile avec la profondeur. La matière organique varie entre 1,5 et 2,5 % en surface avec un rapport C/N compris entre 13 et 15. Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange de 10 mé/100g et un degré de saturation de 60 à 80 % en surface, qui ne descend pas au-dessous de 50 % dans l'horizon B. Le pH varie entre 5,5 et 6,5. La kaolinite est le minéral argileux quasi exclusif ; l'illite est exceptionnelle ; les hydroxydes de fer sont toujours présents.

Les sols indurés présentent les caractéristiques morphologiques suivantes :

un Horizon A₁ d'une trentaine de cm, humifère, gris ;

un Horizon B₁ brun à brun-jaune, d'une vingtaine de centimètres, passant à

un Horizon B₂ d'épaisseur variable, 50 cm à plusieurs mètres, concrétionné ou complètement induré ;

un Horizon d'altération, épais de 3 à 5 m.

Les différentes caractéristiques de ces sols sont très voisines de celles des sols précédents en ce qui concerne le complexe absorbant et le degré de saturation. L'analyse minéralogique ne fait apparaître que de la kaolinite et des hydroxydes. Sur des étendues considérables, le relief est tel que les signes de l'hydromorphie, qui étaient encore modestes dans les sols ferrugineux tropicaux lessivés, deviennent prépondérants, et les sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley sont observés sur de vastes étendues. La morphologie de ces sols est la suivante :

un Horizon A, de 30 cm environ, sableux à sablo-argileux, très ameubli par les vers de terre ;

un Horizon B, débutant souvent par un lit de cailloux, de couleur terne, mais présentant les caractéristiques habituelles du pseudo-gley, argilo-sableux et massif ;

un Horizon C, de 50 à 70 cm.

Les caractéristiques physiques et chimiques de la partie supérieure de ces sols ont beaucoup d'analogies avec celles des sols ferrugineux tropicaux lessivés en ce qui concerne le pH et le complexe absorbant.

Dans l'horizon B, la capacité d'échange augmente : 15 à 25 mé et le degré de saturation est compris entre 50 et 70 %. L'analyse minéralogique fait apparaître, à côté de kaolinite, des proportions importantes d'illite et montmorillonite. Dans quelques parties de cette zone apparaissent

les vertisols topomorphes, surtout aux abords du fleuve et de ses principaux affluents.

Au nord de la Bénoué, dans la région de Figuil, de Dourbey, Bourrah et jusqu'à Maroua, apparaissent des sols rouges peu épais dérivant de roches acides ou basiques. Contrairement aux sols ferrugineux tropicaux lessivés, aux sols hydromorphes minéraux, aux vertisols qui se présentent toujours sur des surfaces planes ou à pente très douce, ces sols sont toujours dans des positions de bon drainage. Leurs caractéristiques générales sont : une faible épaisseur du sol : 30 cm sur roche basique, 100 à 150 cm sur roche granitique ; une bonne structuration ; un pH faiblement acide (6 à 7), une capacité d'échange de 15 à 25 mé /100 g ; un degré de saturation élevé (70 à 90 %) ; une fraction argile, qui, en plus de la kaolinite, contient des quantités appréciables d'illite et de montmorillonite.

Ces sols, en attendant d'être mieux connus, sont appelés provisoirement "sols rouges tropicaux" (MARTIN, SIEFFERMANN, VALLERIE, 1966).

Discussion

Une nouvelle portion du territoire camerounais, située au nord de l'Adamaoua, est caractérisée par une platitude considérable. Certes, les accidents sont nombreux ; les inselbergs et les massifs résiduels de toutes sortes sont assez fréquents, les blocs faillés et soulevés, des synclinaux très localisés peuvent être observés. Mais, dans son ensemble, la zone est fortement nivelée et l'aplanissement est matérialisé sur de vastes étendues par des cuirasses ferrugineuses dont on peut penser qu'elles ne résultent pas d'une pédogenèse actuelle. Ailleurs, le manque de pente est tel que les pluies concentrées tombant de juin à septembre ont beaucoup de mal à être évacuées. Il en résulte un engorgement rapide du sol et une évacuation oblique et lente des eaux avec pour résultat une alternance de phénomènes d'oxydation et de réduction, de dissolution du fer suivie de précipitation sur place ou à quelque distance, d'entraînement de l'argile de la partie supérieure des profils et l'élévation du rapport C/N. La kaolinite est généralement le seul minéral argileux formé, mais déjà on voit apparaître des minéraux à trois couches comme l'illite ou la montmorillonite. Chaque fois que le matériau originel renferme du calcium, on voit se manifester, lorsque le drainage est insuffisant, les caractéristiques dites "vertiques" (fentes de retrait, faces luisantes se recoupant obliquement dues à l'abondance de la montmorillonite).

Par conséquent, sur un relief très plat, aux rivières peu nombreuses, aux thalwegs très faiblement enfoncés, un climat aux pluies concentrées (intensité et répartition) provoque une pédogenèse dont l'orientation est déterminée par l'hydromorphie : mise en mouvement du fer et de l'argile, remontée du rapport C/N et apparition de nouveaux minéraux argileux à trois couches qu'on ne voyait jusqu'alors que tout à fait exceptionnellement.

1.6 - La surface Kapsiki

La montée, sur le massif Mandara, est très brutale que l'on vienne du sud, de l'est ou du nord. Une dénivellation de 4 à 500 mètres sépare les plaines périphériques, parsemées d'inselbergs, d'une surface d'érosion dont l'altitude est située entre 800 et 1 000 m. Les bords sont profondément entaillés par des rivières issues du plateau, mais sur celui-ci la dénivellation entre les fonds des thalwegs très largement ouverts et les interfluvés est très faible. La partie nord du plateau est constituée de granites et de migmatites, avec de rares culots volcaniques (PERONNE, 1961). Quelques sommets granitiques dominent le plateau de plus de 800 m. La partie sud du plateau est parsemée, en région Kapsiki, de culots trachy-andésitiques (Photo 6). Des coulées basaltiques ont recouvert la partie sud du plateau par dessus des sédiments détritiques grossiers qui ne sont pas connus ailleurs. Découpées par l'érosion, les nappes basaltiques n'occupent plus que le sommet de quelques collines. DRESCH (1952) considère, par comparaison avec des terrains analogues du voisinage, qu'elles datent du crétacé supérieur ou de l'éocène, et reposeraient sur une surface antérieure. L'ensemble du plateau a été cartographié par les pédologues BACHELIER (1957), SEGALIN et VALLERIE (1962), MARTIN et SIEFFERMANN (1962). Les sols observés sont avant tout des sols peu évolués, présentant un horizon A peu important, sur un horizon C correspondant à une fragmentation poussée du granite, sans que l'on puisse le plus souvent discerner un sens particulier d'évolution. Par en-

droits, une légère rubéfaction fait penser à des sols ferrugineux tropicaux encore peu différenciés. Dans la plupart des vallées, des sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley sont assez fréquemment observés. Un pointement basaltique portant un peu de sol rouge a été étudié par SIEFFERMANN qui a pu identifier de la gibbsite. Y aurait-il là un résidu d'une ferrallitisation autrefois plus étendue ?

Discussion

La surface Kapsiki ne se prête guère à une comparaison entre la géomorphologie et la pédologie. Il s'agit d'une surface certainement très ancienne où se sont épandus des sédiments détritiques eux-mêmes recouverts par des basaltes, et où un volcanisme acide peu effusif a également laissé des traces. Tout ceci n'est pas sans rappeler le plateau de l'Adamaoua.

Actuellement, la pédogenèse est très rudimentaire et réduite à peu de choses. Des sols anciens ont probablement existé, mais leurs traces sont très peu étendues.

1.7 - L'accumulation volcanique

Elle varie suivant la nature des roches émises ou la forme du volcanisme. D'immenses épanchements de basalte de type hawaïen se sont produits sur les surfaces centrales. Les plus anciennes ont évolué en même temps que les matériaux qu'elles recouvraient. C'est ainsi que le basalte de l'Adamaoua est postérieur à la surface sur laquelle il s'est étalé et a dû évoluer avec le cycle d'érosion suivant.

Mais l'accumulation joue un rôle véritablement important dans l'ouest du Cameroun oriental et au Cameroun occidental. Des édifices considérables se sont constitués, atteignant plusieurs milliers de mètres de haut et dont l'âge varie depuis le crétacé jusqu'à nos jours. Ils présentent des formes diverses : cônes géants, amas, ring-structures, etc.. Les édifices les plus récents sont alignés sur l'axe volcanique allant de Sao Thomé jusqu'au Tibesti (Figure 1).

L'édifice le plus méridional est le Mont Cameroun (4007 m) qui est encore en activité et répand périodiquement sur ses flancs des flots de lave, dont certaines coulées atteignent la mer. En se dirigeant vers le nord-nord-est, on observe un grand nombre d'édifices de type strombolien ou vulcanien avec des coulées et projections. De loin en loin, un édifice plus important comme le Manengouba, le Koupé, le Nlonako, les Bamboutos, le Nkogam, le Mbapit, etc.. A l'extrémité nord du plateau Kapsiki, à quelques kilomètres de Mora, se dresse le massif de Zuelva qui présente une belle structure en anneau. La grande majorité de ces édifices est de nature basaltique, mais il existe également des zones trachytiques ou rhyolitiques très importantes. Le massif de Mbam est interprété comme constitué d'ignimbrites par WEECKSTEEN (1957) ; ailleurs, il existe des masses imposantes de rhyolite (dans la plaine Tikkar, etc..). Parfois, au lieu de masses de forme conique, on assiste à des empilements de plusieurs nappes les unes sur les autres, atteignant (au Cameroun occidental surtout) des hauteurs proches de 1 800-2 000 m.

Ces différentes laves ont des âges différents. GEZE (1943) a établi une chronologie d'ensemble qui s'est révélée fort utile dans tout le pays. Tout d'abord, des matériaux basiques anciens (crétacé-éocène), généralement très fluides et couvrant des surfaces considérables. Puis des produits acides : rhyolites, trachytes, phonolites (néogène) généralement moins fluides et constituant des massifs plus circonscrits. Enfin, au quaternaire, une nouvelle phase basique prend des formes très variables : nappes hawaïennes, coulées filiformes des vallées, cendres et même explosions. Mais l'absence de sédiments bien datés associés aux matériaux volcaniques rend souvent une appréciation exacte de l'âge des éruptions très aléatoire. On peut toutefois les situer souvent avec précision les unes par rapport aux autres, et dans le temps de manière assez imprécise.

En général, les sols les plus profonds, où la roche intacte est très loin de la surface, où l'évolution pédologique a été prolongée avec élimination quasi complète de la silice, sont les plus anciens. Inversement ceux où l'épaisseur des profils est réduite, où les blocs de roche sont abondants, où les teneurs en silice sont encore élevées, sont les plus jeunes. Mais il faut se souvenir



Photo 5 -
Lac de cratère (Tison) sur le plateau de l'Adamaoua
(sud-est de Ngaoundéré).

(clichés P. SEGALEN)



Photo 6 -
Plateau Kapsiki avec culots trachytiques.
Au premier plan, plantations de *Cassia* sp.

qu'une lave basique constitue souvent un milieu perméable, facilement altérable et relativement pauvre en silice (SEGALEN, 1965) et que sa transformation en sol ferrallitique par exemple pourra se faire très rapidement sur des épaisseurs assez fortes, avant même que l'érosion ait détruit l'édifice dont elle est issue. Par contre, une lave acide, très riche en silice, moins facilement altérable, pourra dans les mêmes conditions résister beaucoup plus longtemps aux agents d'altération.

En fait, les roches volcaniques basiques donnent naissance à des sols ferrallitiques humifères ou typiques, suivant les conditions de formation. Les sols dérivés de roches quaternaires sont des sols ferrallitiques, des sols à mull, des sols peu évolués. Ces derniers constituent, bien évidemment, les plus intéressants pour l'agriculture.

Les sols dérivés de ces roches basiques présentent les mêmes caractéristiques physico-chimiques que les sols dérivés d'autres roches (en ce qui concerne le complexe absorbant, le pH, la matière organique, etc.). Mais du fait de leur situation topographique particulière et de leur composition chimique, ils contiennent toujours des quantités notables d'hydroxydes d'alumine (gibbsite essentiellement).

1.8 - L'alluvionnement

La faiblesse de l'alluvionnement actuel par les rivières est une des caractéristiques du Cameroun central et méridional. Sur l'ensemble de cette partie du territoire, les rivières ont un lit majeur guère plus large que le lit mineur. L'érosion latérale est peu prononcée et le dépôt d'alluvions très réduit. Quelques rivières, cependant, présentent des alluvions sur la partie inférieure de leurs cours (le Wouri, par exemple). Les embouchures sont plutôt du type estuaire que du type delta, avec une remontée très prononcée des marées et des palétuviers vers l'amont. Ceci paraît résulter d'un abaissement récent de la côte (embouchure du Mungo et du Wouri). Par contre, GEZE (1943) observe que la Sanaga a tendance à se constituer un delta, ce qui indique que certaines parties de la côte s'abaissent et d'autres non. Au Gabon, PEREBASKINE (1931) fait des remarques analogues. En quelques zones particulières, vallée du Noun par exemple, à la limite des Cameroun oriental et occidental, des causes d'ordre géologique ont permis la formation de plaines alluviales. L'obstruction des vallées par des matériaux volcaniques a provoqué le remplissage du lac ou marais constitué à l'amont du barrage. A l'heure actuelle, certaines de ces plaines peuvent être utilisées par l'agriculture et l'élevage.

Par contre, dans l'extrême nord, la cuvette tchadienne, sans exutoire vers la mer, constitue une zone où le dépôt de matériaux alluviaux est très ancien. L'historique de cette cuvette a pu être retracé d'après l'étude de ces matériaux et a fait l'objet de nombreux travaux dont quelques-uns seulement peuvent être rappelés ici : H. JACQUES-FELIX (1946), Gal J. TILHO (1947), A. BOUCHARDEAU et R. LEFEVRE (1957), PIAS (1962), BOUTEYRE, CABOT et DRESCH (1964).

La dépression tchadienne reçoit des matériaux arrachés à l'Adamaoua par le Logone et ses affluents (Mbéré, Wina du nord) et des plateaux de Yadé, en République Centrafricaine, par le Chari et ses affluents. La dépression fonctionne depuis très longtemps (le primaire pour H. JACQUES-FELIX, 1946), mais les sédiments datables les plus anciens sont des sables tertiaires (E. ROCH, 1953). Le lac a changé de place, probablement par suite de causes tectoniques : il a varié en dimension suivant les changements de climat. Celui-ci a été tantôt aride, provoquant le développement de systèmes dunaires très loin vers le sud et la diminution de la surface couverte par les eaux ; tantôt humide provoquant la rubéfaction des matériaux précédemment déposés et l'extension du lac. Toutes ces vicissitudes peuvent se lire dans les sédiments et les sols de la République du Tchad (J. PIAS, 1962) qui appartient presque toute entière à la cuvette. Au Cameroun, seule l'extrémité nord du pays en fait partie et la limite passe au nord et à l'est du massif Mandara et oblique vers le sud-est, vers Kaélé (12).

(12) Les relations du nord du Cameroun avec la cuvette tchadienne ne peuvent être développées ici ; une importante mise au point, par J. PIAS, est actuellement en cours sur cette zone et fournira une contribution nouvelle à nos connaissances dans ce domaine.

A proximité du massif Mandara, existent de très nombreux massifs granitiques se dressant au-dessus de la plaine. Ils deviennent de moins en moins nombreux à mesure que l'on s'éloigne vers l'est et le nord. Leurs bords sont généralement très nets, les parois très raides et la base encombrée de boules, les versants toujours concaves. Les matériaux s'étalent au pied des massifs (comme dans les plaines proches de Mora). Ils sont généralement très sableux, car ils proviennent de la désagrégation de granites ou de migmatites ; par contre ceux qui proviennent de la désagrégation de roches vertes, comme à Maroua, sont argileux.

La végétation naturelle de cette cuvette est rarement observable, car l'emprise humaine (cultures et troupeaux) est très forte. Elle est certainement très influencée par le substrat et, suivant que le sol est caillouteux, argileux, sableux, riche en sodium, etc., telle ou telle espèce ou groupe d'espèces dominera. Dans les plaines soumises à l'inondation, les graminées occupent des étendues immenses.

Dans ces plaines où la température moyenne est toujours très élevée (27-28°), la pluviométrie diminue du sud (850 mm) vers le nord (500 mm), mais les apports d'eau par les fleuves sont considérables. Leur évacuation par gravité est très lente et la perte par évaporation élevée ; il en résulte que les classes des vertisols, des sols hydromorphes et des sols halomorphes sont abondamment représentées dans les plaines où les sols peu évolués d'apport sont rapidement transformés. Par contre, sur les pentes rocheuses, les sols peu évolués ou minéraux bruts sont abondants.

Les **vertisols** sont essentiellement des vertisols hydromorphes dérivant des matériaux alluviaux. Ils présentent le profil habituel de ces sols avec des teneurs en argile élevées (40-60 %), de grosses fentes de retrait, des nodules calcaires souvent abondants à la base des fentes. Le pH est neutre ou faiblement acide en surface (6,5 - 7,3), nettement alcalin (8 - 8,5) en profondeur. La capacité d'échange est de 25-35 mé /100 g et le degré de saturation élevé (75 - 100 %). La fraction argile contient en proportions variables de la montmorillonite, de l'illite et de la kaolinite.

Les **sols hydromorphes** sont des sols minéraux à gley ou pseudogley. On les observe surtout (PIAS et GUICHARD, 1957) dans la plaine qui s'étend au nord-est de Mora. Les sols à pseudogley dérivent de matériaux de texture variable. Ils présentent une teinte générale grise avec des taches rouges, ocre, brunes ou noires, avec parfois des nodules calcaires de petite taille. Les sols à gley sont généralement argileux et gris sur l'ensemble du profil, indiquant la réduction et l'enlèvement du fer.

Les **sols halomorphes** peuvent être des sols à alcali non lessivés et résulter d'une alcalinisation variable du complexe. Une morphologie particulière peut apparaître dans un grand nombre de cas, aboutissant au solonetz solodisé (BOCQUIER, 1964) où une combinaison d'hydrolyse et de lessivage affecte la partie supérieure des profils.

Discussion

L'ensemble des sols évoqués précédemment occupe des zones planes périodiquement inondées par les eaux des fleuves provenant des zones à évolution ferrallitique situées plus au sud. Elles amènent des produits solides (argile, limon et sables) qu'elles distribuent à travers les plaines et des produits dissous (silice, bases) qui pourront servir à des synthèses variées. Une partie de l'eau d'inondation s'évacue par gravité vers le nord, le reste s'évapore sur place. On est donc dans les conditions de confinement évoquées par G. MILLOT (1964). Les sols sont riches en minéraux à trois couches, en particulier montmorillonite ; les sels s'accumulent et peuvent intervenir sur leur morphologie ; le contact prolongé avec l'eau modifie également les propriétés des sols.

Deuxième partie

2 - INTERPRÉTATION DES SURFACES D'APLANISSEMENT AU CAMEROUN

Après la présentation des différentes surfaces avec leurs caractéristiques et les sols qu'elles portent, trois séries de problèmes se posent, qui concernent :

- l'aplanissement et la formation des surfaces,
- la formation des versants,
- la chronologie et la datation des surfaces.

2.1 - Les surfaces et leur genèse

2.1.1 - La comparaison de la géomorphologie et de la pédologie, telles qu'elles viennent d'être présentées, montre la généralité de deux faits qui concernent tout le Cameroun : l'existence des surfaces d'aplanissement et leur séparation par des escarpements.

Tout d'abord, ces surfaces existent, non seulement au Cameroun, mais dans tous les pays voisins, ainsi qu'en Afrique occidentale et méridionale. De plus, il en existe à travers le monde entier et KING (1950, 1962) en a dressé un inventaire détaillé.

Les essais de datation déjà effectués parviennent à montrer que certaines surfaces sont très anciennes, que la plupart se sont constituées pendant les ères secondaire et tertiaire, et qu'elles se poursuivent au cours du quaternaire.

Enfin, une dernière caractéristique des surfaces est qu'elles appartiennent essentiellement aux vieux boucliers. Bien qu'il ne soit pas exclu d'en trouver dans les zones plissées elles se développent sur les terres émergées depuis longtemps, et surtout dans les régions chaudes et humides soumises pendant des périodes très longues aux processus pédogénétiques et érosifs. Les explications présentées pour le Cameroun devront être valables pour les zones voisines.

2.1.2 - LES EXPLICATIONS TECTONIQUES

Elles ont été utilisées par tous les géologues qui ont travaillé au Cameroun. KOCH (1953) pour la plaine Tikkar comme pour la région de la Bénoué (1959) parle de "block-faulting". Pour GAZEL (1955), l'Adamaoua est un immense horst et la faille séparant ce plateau du reste du pays se situerait au sud de Yoko. GUIRAUDIE (1949-1953) est intrigué par les dénivellations brusques de 2 à 300 m dans les environs de Minim-Martap et Ngaoundal, et les attribue à une tectonique de failles, à un effondrement d'anticlinaux. On devrait donc s'attendre à trouver, sur les cartes géologiques, un système de failles disposées E-W, or il n'en est rien. Par contre, l'examen des failles repérées sur le terrain, montre qu'elles ne correspondent pas aux décrochements observés. Aucune carte ne mentionne de faille, réelle ou supposée, qui puisse être rattachée à l'un quelconque de ces importants accidents géographiques.

Par contre, au Cameroun, une direction de failles privilégiée paraît bien être le SW-NE (GEZE 1942, SARCIA 1952). La zone volcanique du sud-ouest paraît correspondre à un compartiment effondré de cette orientation, il en est de même de la fosse de la Mbéré (ROCH 1953, LASSERRE 1961). Les plateaux Bamoun et de l'Adamaoua sont parcourus par une grande faille NE-

SW accompagnés de mylonites. Enfin, en Nigeria, la vallée de la Bénoué correspond à un rift de la même orientation.

KING et PUGH (1952) ont proposé une explication pour le système de failles qui a donné naissance à la fosse de la Bénoué. Celui-ci serait contemporain de la rupture du continent de Gondwana. Ailleurs, en Afrique orientale, d'autres grandes cassures sont orientées nord-sud et correspondent aux graben des grands lacs (FURON, 1962). Par conséquent, si les zones faillées sont bien connues, elles ne correspondent pas aux accidents observés, dont l'origine doit, semble-t-il, être recherchée uniquement dans des processus liés à l'érosion.

2.1.3 - ACTION DE L'ÉROSION

Toute l'expérience que l'on peut avoir de l'évolution du relief montre que, dans les régions suffisamment humides et chaudes du globe (13) l'aplanissement du relief se fait essentiellement sous l'influence des eaux ; elles agissent par hydrolyse, dissolution et effet mécanique. Les matériaux transportés usent le fond des cours d'eau et provoquent l'enfoncement du lit qui, peu à peu, s'établit dans le même plan que le niveau de base. Lorsqu'il ne peut plus creuser, et que la vitesse du courant diminue, il a tendance à éroder ses berges et à déposer des alluvions à l'aval, tandis qu'en amont se poursuit le recul des têtes. Les zones planes s'agrandissent à l'aval et se rejoignent, tandis qu'à l'amont s'établit un versant à pente accusée. Ce schéma, décrit par BAULIG (1952), DERRUAU (1964) et d'autres sous le nom de "pédiplanation", paraît convenir assez bien au Cameroun.

Plusieurs cycles d'érosion successifs, consécutifs à des changements du niveau de base, ont permis la mise en place de surfaces. Chacune se développe aux dépens de celle qui la précédait, et la dénivellation entre deux surfaces correspond à la différence de niveau de base ayant déclenché le nouveau cycle. Les mouvements tectoniques sont essentiellement des courbures à grand rayon, des gauchissements ou des "gondlements" se traduisant dans le détail par des montées ou descentes de faible intensité de petits compartiments.

On peut très bien concevoir qu'une surface ancienne soit attaquée de deux côtés à la fois. C'est le cas de l'Adamaoua qui subit l'action du Logone, de la Bénoué et de leurs affluents vers le nord, et du système de la Sanaga vers le sud. C'est pourquoi les surfaces de l'Adamaoua offrent deux escarpements de hauteur très inégale, mais d'apparence générale identique vers le nord et vers le sud.

Pendant la période d'établissement d'une surface, on peut assister à plusieurs phases. L'érosion est déclenchée par le changement du niveau de base qui augmente l'énergie cinétique de l'eau. Les premiers matériaux déposés par les cours d'eau seront donc grossiers : cailloux, graviers, puis sables. A mesure que le versant d'attaque s'éloigne, les eaux perdent de leur force à l'aval : les matériaux grossiers auront peu de chance de parvenir intacts jusqu'à la plaine alluviale, qui sera atteinte par des particules de plus en plus fines : limon et argile. Sur la surface d'aplanissement en voie de formation, sur la précédente qui subit l'incision des rivières, s'établit une végétation en équilibre avec les conditions climatiques et se développe une pédogenèse. Celle-ci se traduit par la libération et la mise en solution de bases alcalines et alcalino-terreuses, et d'une partie de la silice. Le fer peut également être mobilisé. L'alumine peu soluble voyage généralement moins bien et peut, de plus, s'immobiliser avec la silice. Au dépôt des produits précédents peuvent donc succéder des marnes, des calcaires ou dolomies. Dans certaines conditions se produit la synthèse d'argiles magnésiennes comme la sépiolite ou l'attapulgite. Ce schéma est analogue à celui de GOLDSCHMIT (1937), présenté par G. MILLOT et ses collaborateurs (1957 à 1964). Cette succession se retrouve plusieurs fois dans les sédiments côtiers du Cameroun, et chaque série correspond à un cycle d'érosion. Chaque nouveau cycle est déclenché par de nouvelles conditions de l'érosion, consécutives à un changement du niveau de base. Les changements climatiques, et par conséquent

(13) Ceci exclut les régions glaciaires et les déserts secs, ou d'autres agents interviennent.

de végétation et de sols, ne paraissent jouer qu'un rôle mineur. Ils se traduisent par une variation dans l'intensité des phénomènes et dans la qualité des produits mis en circulation, mais non par une recrudescence de l'érosion.

Par conséquent, l'établissement des surfaces d'érosion est à mettre, avant tout, en relation avec les mouvements relatifs d'ensemble de l'océan et du continent voisin.

2.1.4 - Au Cameroun, la formation des surfaces décrites peut s'expliquer de la manière envisagée dans les pages précédentes. Les niveaux de base ont été, et continuent d'être, fournis par l'océan et le lac Tchad. Pour une partie du nord Cameroun, la Bénoué peut être considérée comme fournissant localement un tel niveau. Les sédiments se sont déposés soit dans la cuvette tchadienne, soit dans la fosse de la Bénoué, soit sur la bordure continentale de l'océan. Les variations du niveau de base se sont produites au moins quatre fois au Cameroun (et ces changements ont eu lieu en même temps en Afrique centrale et occidentale). Les aplanissements qui leur sont rattachés y sont connus et on peut les raccorder avec ceux d'autres parties de l'Afrique (et même du monde). Chaque escarpement correspond sensiblement au relèvement qui a provoqué l'élaboration de la surface suivante.

Les causes qui ont provoqué les changements de niveau de base sont multiples. Pour certains géomorphologues africains, elles peuvent être la dislocation du continent de Gondwana et le contre-coup des mouvements tectoniques qui ont affecté le continent, des contrecoups lointains des mouvements alpins, des gauchissements, mouvements épirogéniques, gondolements (cymatogenèse de KING 1961), etc.. Il s'agit toujours de mouvements très lents, non catastrophiques, qui ne paraissent avoir une certaine rudesse que lorsqu'un nouveau régime s'installe en mettant fin à la stabilité précédemment acquise.

2.2 - Le développement des versants

Lorsqu'on examine la forme des versants qui s'installent sur une surface, on constate qu'ils ont une forme assez différente, qu'il s'agisse du nord ou du sud, au Cameroun. Cette forme a été étudiée par de nombreux chercheurs : RUHE (1954, 1956), KING (1962), TRICART et CAILLEUX (1965), etc.. Elle est déterminée au premier chef par l'eau, mais est liée très étroitement à la quantité d'eau qui tombe, la façon dont elle tombe et est évacuée, la nature du couvert végétal et des matériaux qu'elle aura à traverser.

2.2.1 - Il n'y a pas de climat désertique (à peine semi-aride dans l'extrême nord) au Cameroun à l'heure actuelle. Le climat qu'on observe dans les parties septentrionales est tropical sec (soudanien et sahélien). Les pluies fortes tombent en peu de mois et leur total varie de 0,5 à 1,2 m. La végétation naturelle est une forêt décidue riche en Légumineuses, Combrétacées, etc.. Les pertes d'eau par évaporation sont considérables. Sur les interfluvies, généralement plats ou peu inclinés, l'eau s'écoule lentement. Si le matériau est dur et résistant (sédiment très compact ou cuirasse ferrallitique), celui-ci fait corniche et s'écroule par blocs entiers qui se fragmentent sur le versant raide. Les fragments s'accumulent en bas de pente et se divisent peu à peu. S'il n'y a pas de surface supérieure organisée, on a des massifs séparés, mais dont l'altitude demeure sensiblement identique. Le haut du versant est à pente forte, lisse, avec des blocs assez gros accumulés au pied. Il n'y a pas assez d'eau pour que l'altération soit importante sur le versant ; il y a simplement fragmentation. Lorsque le matériau est grenu (granites, migmatites, etc..) il y a formation de boules qui s'accumulent sur les pentes et au bas de celles-ci (Photos 8 et 9). Ces boules se réduisent par desquamation et les débris passent rapidement à des sables correspondant au grain de la roche. Les minéraux se séparent sans être gravement altérés. C'est pour cette raison qu'on passe directement de la boule au sable. C'est ce qu'on observe dans le Diamaré, autour de tous les pointements granitiques isolés. Dans le cas des roches vertes de Maroua où le grain est très fin, il est nécessaire qu'il y ait altération beaucoup plus que désaggrégation. Aussi n'y a-t-il pas de boules dans ce cas, mais un mélange d'argiles et de fragments de 10 à 20 cm qui manquaient totalement dans le cas précédent (BIROT 1959).

Sur la surface en cours d'aplanissement au pied de cette pente, les eaux de ruissellement ont entraîné les matériaux fins ou de petite taille. Ils s'étalent sur la roche-mère peu altérée, ils sont remaniés et dispersés par le ruissellement diffus au bas de la pente, mais ne sont pas entraînés jusqu'au collecteur principal au bas du glacis, car la végétation naturelle est suffisamment dense pour freiner les eaux et les obliger à déposer leur charge (14). C'est pourquoi, autour des massifs granitiques du Diamaré ou gréseux de Garoua, se développent de vastes pédiments (15) à pente douce qui s'achèvent par un cours d'eau temporaire généralement très peu enfoncé. Au sud de la Bénoué, les massifs granitiques ou gréseux ont la plupart du temps été complètement éliminés. Il ne reste que les glacis très fortement aplanis, qui forment une succession de V très ouverts où le drainage devient de moins en moins bon. L'eau tombant au cours de la saison des pluies est limitée en quantité et en durée. Elle n'a pas le temps ni la possibilité de s'organiser en un réseau bien structuré. Elle s'étale en surface, s'enfonce peu, car le sol est peu épais et rapidement saturé. Il en résulte qu'un profil, dans ces conditions, comprend presque toujours deux parties. Une partie profonde, "en place" qui résulte de l'altération d'une roche, et une partie remaniée qui résulte de l'attaque d'un relief situé à quelque distance de là (et qui peut, le cas échéant, ne plus exister du tout). Cette partie supérieure peut être identique ou très différente de la partie inférieure, au point de vue texture et même orientation pédologique. Les sols qui vont se développer de cette façon dans des matériaux sont très variables. Lorsque le drainage est bon (partie haute d'une pente, séparation de deux versants, roche-mère litée, mais à pendage fort, permettant une évacuation convenable des eaux, etc.), on aboutit à des sols colorés en rouge par des oxydes ou hydroxydes de fer, car, le drainage étant bon, le fer n'a aucune raison de se déplacer. Ces sols sont appelés provisoirement "sols rouges tropicaux" et rattachés à une catégorie supérieure qualifiée de fersiallitique.

Lorsque l'aplanissement est bien réalisé, la masse d'eau qui tombe en peu de temps sur le glacis sature rapidement le sol et est très difficilement évacuée. Il apparaît alors en profondeur les taches rouges, ocre et grises de l'hydromorphie. Celle-ci peut envahir tout le profil, de bas en haut. Par ailleurs, l'eau d'une nouvelle pluie, arrivant sur un sol déjà saturé, trouve difficilement à s'évacuer ; elle stagne tout en s'éliminant lentement, obliquement. Cette migration oblique des eaux s'accompagne d'une réduction et d'une migration du fer, d'un changement dans la matière organique (les conditions d'hydromorphie font monter le rapport C/N à des valeurs voisines de 15-17). A cela s'ajoutent une dispersion et une mise en mouvement oblique de l'argile qui s'est éliminée de la partie supérieure du profil, donnant à celui-ci un aspect "creux" particulier, sans qu'il y ait enrichissement corrélatif de la partie profonde.

Le fer ainsi mobilisé par des processus d'oxydo-réduction classiques, peut migrer obliquement et se concentrer en bas des glacis où peuvent se constituer des cuirasses ferrugineuses.

Ces sols sont appelés ferrugineux tropicaux lessivés. Ils se présentent toujours sur les surfaces planes à déclivité très faible. Ils sont observés en même temps que des sols hydromorphes à pseudogley et des cuirasses ferrugineuses : cette association est très répandue au sud de la Bénoué. On est en droit de penser que ces sols ont pu être, d'abord, des sols ferrugineux non lessivés, au temps où le drainage était encore bon, et que, l'aplanissement engendrant le mauvais drainage et l'appauvrissement, on a abouti aux sols ferrugineux tropicaux lessivés et aux sols hydromorphes.

Les matériaux qui donnent naissance à ces sols sont surtout des matériaux acides (granites, gneiss, etc.). Dès qu'ils deviennent plus riches en calcium (fourni par un granite à plagioclases calcosodiques ou par une roche neutre ou basique), ils se développent sur les surfaces horizontales des zones d'alluvionnement et sur les pentes faiblement inclinées, d'où calcium et magnésium, silice, fer, ne sont pas éliminés, des sols de couleur sombre, riches en minéraux montmorillonitiques, où l'excès de chaux peut s'accumuler sous forme de nodules, etc.. Ce sont des vertisols.

Dans les zones de climat soudano-sahélien ou sahélien et sur des matériaux dérivant le plus souvent de granite, mais aussi de roches basiques, le sodium des plagioclases est mal éliminé des zones d'aplanissement accentué. Il se développe alors des sols au pH élevé en profondeur, auxquels les teneurs fortes en sodium confèrent des propriétés nouvelles. Ce sont les "hardés", où les

(14) Voir plus loin, § 23.

(15) Pour les géomorphologues américains. Dans la terminologie de P. BIROT et J. DRESCH (1966), il s'agirait d'un "glacis couvert".

solonetz solodisés sont fréquents. La partie profonde de ces sols présente souvent des marques nettes d'hydromorphie ; l'argile sodique, à la structure compacte, la rend difficilement perméable. La partie supérieure sableuse a pu très bien être privée de son argile par lessivage oblique. Ces deux catégories de sols se développent sur toutes les surfaces planes au nord de la Bénoué et sont fréquentes dans la plaine alluviale du Logone, où sols hydromorphes à gley et pseudogley sont également abondants.

2.2.2. - Si l'on quitte la zone nord au climat tropical sec et si l'on examine un point de la surface intérieure ou de la surface côtière, les conditions sont fort différentes. Le climat est équatorial, sans saison sèche sur la côte, ou à quatre saisons à l'intérieur. Mais la période sèche est très courte (pas plus de deux mois où la pluie soit inférieure à 50 mm). La pluviométrie varie de 1500 à 2700 mm. La végétation est la forêt dense ombrophile. Dans la partie nord de la surface intérieure, les précipitations diminuent et l'on passe graduellement au climat tropical humide à deux saisons avec une saison sèche déjà importante. La forêt dense devient mésophile, mais sur de très vastes étendues, elle a été détruite par l'homme et remplacée par la savane. Les pertes d'eau par transpiration peuvent être très fortes.

La forme des versants est différente, sur cette surface, de celle observée sous climat sec. Elle présente un profil convexo-concave, avec la partie convexe beaucoup plus développée que la partie concave (un tel versant est qualifié de "dégénéré" par KING (1962), mais cette appellation péjorative ne paraît pas justifiée). Le réseau hydrographique est extrêmement diversifié. De multiples thalwegs, avec de l'eau souvent stagnante, découpent la surface en laissant un nombre très élevé de petites collines dont les versants présentent le profil indiqué plus haut. Toutes ces collines ont une hauteur identique et leurs sommets se placent dans le même plan. Par endroits, des restes plus importants de la surface subsistent, formant un véritable plateau.

Dans les conditions précitées, la caractéristique fondamentale est l'humidité très élevée, provoquant une altération profonde des roches qui peut descendre à plusieurs dizaines de mètres. Il n'y a pas d'affleurements rocheux ailleurs que dans les inselbergs et massifs résiduels ; aucun autre minéral frais que le quartz n'est visible. Tous les silicates constitutifs des roches sont hydrolysés ; les bases et une partie de la silice sont mobilisées. Les thalwegs correspondent à des zones de soutirage des solutions et d'élimination des constituants solubles. Ils auront tendance à s'élargir par appel des sources contenant les matériaux à éliminer. Sur le versant, la partie supérieure, qui était abrupte et escarpée, s'altère ; la partie altérée est fixée par la végétation et s'arrondit en prenant une forme convexe. Il n'y a plus de corniches, sinon très exceptionnellement, plus de blocs sur les pentes ou de boules au pied des escarpements. La végétation, très dense, couvre le sol par un enchevêtrement serré de racines traçantes ou proches de la surface. Le transport des matériaux grossiers de la taille des sables ne se produit pas. L'altération complète de la plupart des minéraux primaires, l'abondance des hydroxydes de fer, de l'alumine et des silicates d'alumine de synthèse, fait que la fraction "argile" prédomine. Celle-ci est seule sujette à un déplacements sur les versants.

Si l'ancienne surface comporte une cuirasse superficielle ou subaérienne, celle-ci est occupée par la forêt. Les racines des arbres trônçonnent la dalle qui se réduit à des blocs de taille inégale. L'approfondissement des thalwegs, le recul des versants, par soutirage des produits solubles, par enlèvement de l'argile, font que les blocs plus ou moins basculés et déplacés, paraissent avoir "descendu la pente", alors qu'il n'en est rien. Les blocs se sont fragmentés et se sont déplacés à peu près verticalement.

Lorsqu'une surface à peu près aplanie passe sous l'emprise d'un climat chaud et humide en permanence, les eaux de pluie ont bien du mal à s'écouler. Il se crée un réseau hydrographique très ramifié, mais ayant un pouvoir érosif très faible. En effet, les grandes rivières ne transportent que des matériaux fins et n'usent le fond que lentement. Les obstacles rocheux (qui résultent des inégalités d'altération) subsistent très longtemps et créent une succession de chutes et de biefs (Sanaga, Nyong). La nappe phréatique qui correspond au niveau des marigots est peu profonde ; ces marigots, ayant une très faible pente, sont marécageux. A quelques mètres de la surface, les sols présentent des traces nettes d'hydromorphie. Ils sont facilement gorgés d'eau, ce qui facilite l'évacuation oblique des solutions en surface et l'enlèvement d'un peu d'argile. Peu à peu, la partie supérieure du paysage se morcèle en une infinité de petites collines, séparées par un réseau de petits cours d'eau marécageux. Les interfluves pourront s'abaisser, mais très lentement, et au même rythme

que le niveau des grands collecteurs qui s'abaissent également très lentement. C'est le type de paysage que l'on observe au sud et sud-est de Yaoundé. C'est également celui de la surface côtière entre Matomb et Douala.

2.2.3 - Il existe, bien entendu, des variantes entre ce pôle très humide du sud et celui relativement sec de l'extrême nord. L'Adamaoua constitue une telle zone intermédiaire. Les versants sont très franchement concaves, surtout s'il existe des cuirasses permettant le développement des corniches. Les pentes sont le siège d'altérations, et les débris sont relativement peu abondants. Il est vrai que les rivières sont profondément enfoncées dans le paysage, surtout sur la bordure nord du plateau, mais, sur les glacis, au pied des pentes abruptes, on trouve des débris des cuirasses bauxitiques supérieures, cimentées par des solutions ferrugineuses.

2.3 - Essai de datation des surfaces

On dispose de plusieurs méthodes pour dater les surfaces d'érosion (DERRUAU, 1964). La surface a un âge plus ancien que le sédiment qui la recouvre. On peut également tenter d'établir une corrélation entre une surface et les sédiments déposés à l'extérieur. On peut enfin procéder de proche en proche, et s'appuyer sur les chronologies établies et sur les documents déjà publiés, car, comme le dit J. DRESCH (1947), "n'est-ce pas l'avantage de la géomorphologie de permettre d'étendre les conclusions d'études géologiques portant sur des régions favorables ?".

Or, au Cameroun, dans les zones centre et sud, les sédiments reposant sur le socle sont rares, et ne sont observés que dans l'Adamaoua et le massif Mandara. Ils sont essentiellement continentaux et datés du Crétacé ; mais ils permettent tout de même de donner cet âge à la surface à laquelle ils sont associés.

Par ailleurs, un bel ensemble de séries sédimentaires peut être observé dans les bassins côtiers de Douala et Campo. On tentera de relier ces sédiments avec les surfaces d'érosion observées à l'intérieur du pays.

Enfin, des travaux de datation ont été effectués dans des pays voisins : en Nigéria (PUGH 1953, 1954, KING et PUGH 1952), au Congo (CAHEN et LEPERSONNE 1948, RUHE 1954 et 1956). L'on tentera de relier, par delà ces pays, les observations faites au Cameroun à celles qui ont pu être faites en d'autres pays d'Afrique (LAMOTTE et ROUGERIE 1956, OLLIER 1960, PALLISTER 1960, MICHEL 1961, etc.).

Toutefois, dans toute cette partie, on ne perdra pas de vue que les sédiments continentaux qui ont servi ailleurs aux chronologies sont parfois datés eux-mêmes avec une grande imprécision, et que le fait de connaître l'âge d'un sédiment indique tout au plus un âge maximum pour la surface qui est située au-dessous. Lorsqu'un accident tectonique important déclenche un nouveau cycle d'érosion, la surface qui se met en place le fait aux dépens d'une autre plus ancienne, peu à peu détruite par recul de l'escarpement qui les sépare. Mais l'ancienne surface continue elle-même à s'étendre et les divers escarpements que l'on observe peuvent encore être fonctionnels de nos jours. Par conséquent, la datation qu'on pourra proposer pour une surface sera celle du déclenchement de l'aplanissement. BISHOP (1966), dans un tableau comparatif, montre qu'en Afrique orientale, les spécialistes n'ont pas été toujours parfaitement d'accord entre eux, mais que peu à peu, un certain nombre d'unités morphologiques se dégagent. C'est en gardant présentes à l'esprit ces restrictions que l'on essaiera de mettre en relation les aplanissements observés au Cameroun et les grands événements paléographiques de l'Afrique.

A la fin de l'ère primaire, les zones d'Afrique affectées par l'orogénèse hercynienne sont en voie d'arasement. Pendant le Permien et le début du secondaire, des sédiments continentaux se déposent en de nombreux endroits : Karroo en Afrique du sud et du centre, continental intercalaire. En République Centrafricaine, les grès de Carnot, difficilement datables, sont rapportés à ces matériaux (16).

(16) Les dernières estimations les situent au Crétacé (DELORME, DELANY, 1956).



Photo 7 -
Butte-témoin dans les grès de Garoua
(à 10 km au sud-est de la ville).



Photo 8 -
Pic de Mindif (sud de Maroua).
Eboulis de roches grenues et glaciés.

(clichés P. SEGALIN)

Sur le territoire du Cameroun, aucun dépôt de ce genre n'a été identifié avec certitude. L'ensemble du pays est émergé et soumis à une érosion qui, agissant depuis longtemps, a aplani tout le territoire.

A la fin du Jurassique se produit la dislocation du continent de Gondwana (17) (la séparation de Madagascar du reste de l'Afrique est effective depuis le Lias, qui est marin sur la côte occidentale de l'île). La séparation de l'Amérique du sud de l'Afrique s'effectue en produisant une double zone de fractures à angle droit, dont une branche traverse une partie de la Nigeria actuelle et correspond au rift de la Bénoué. De pareils bouleversements ne sont pas sans apporter de profondes transformations dans les rapports entre le niveau de la mer et celui des continents. KING (1962) estime que cet événement majeur va déclencher au cours du crétacé un nouveau cycle d'érosion aux dépens de la surface qui s'était établie au cours des périodes géologiques précédentes. L'aplanissement achevé au moment de la dislocation est nommé : surface de Gondwana. Le nouveau cycle est dénommé Post-Gondwanien. A ce moment, et comme conséquence des dislocations précédentes, s'ouvre une période volcanique, qui, en dépit de vicissitudes diverses, dure encore de nos jours. Les premiers fragments volcaniques sont trouvés dans le crétacé de Douala, ce qui fixe un âge probable à ces éruptions (B. GEZE, 1943).

Au Cameroun, les surfaces les plus anciennes sont celles de Minim-Martap dans l'Adamaoua, et du Bamiléké, où se socle se présente à 1 200 m environ. Partout, de puissantes venues basaltiques recouvrent ces surfaces. Au Nigeria, le plateau de Jos (GROVE 1952, PUGH 1954) se présente de la même façon avec le socle à la même altitude et une couverture basaltique analogue. Cette surface représenterait donc la surface gondwanienne. Le niveau inférieur de Meiganga et les épanchements basaltiques correspondraient au post-gondwanien.

Dans les sédiments de Douala (GAZEL, 1958), on note que le crétacé inférieur et moyen se présente sous forme de grès à stratification entrecroisée, tandis que le crétacé supérieur (observé dans le Mungo ou à Logbajack) est constitué de grès fins calcaires, puis de marnes et de calcaires. On peut interpréter cet ensemble de faits de la manière suivante :

Au moment de la rupture du continent de Gondwana apparaissent de nouvelles lignes de rivages. Un nouveau cycle d'érosion va commencer avec formation de la surface "post-gondwanienne" qui se développera aux dépens de la précédente. Le départ de ce cycle se traduira par l'apparition brutale, dans le bassin de Douala, de sédiments grossiers. Peu à peu, le versant d'attaque recule, tandis que se met en place la surface nouvelle. La pédogenèse provoque la mise en circulation des bases et de la silice, qui servent à la formation des marnes, calcaires, dolomies, qui remplacent peu à peu les sédiments détritiques grossiers. L'hinterland était soulevé assez fortement. GEZE estime le mouvement à 1 500-1 800 m. Les dénivellations, de plusieurs centaines de mètres, que l'on observe au centre du pays, sont beaucoup moins importantes à proximité des rivages. De nombreux auteurs (dont KING 1962, CAHEN et LEPERSONNE 1948) font intervenir des flexures continentales. La zone de la Bénoué constituait une zone d'effondrement. Pour PUGH (1954), c'était un "rift" analogue à ceux de l'Afrique orientale. Il s'y dépose des sédiments grossiers sur plusieurs milliers de mètres d'épaisseur. E. ROCH (1953) estime qu'à cette époque un premier aplanissement concerne le département actuel de la Bénoué au Cameroun, laissant subsister un certain nombre de massifs résiduels suivant un schéma qui a d'ailleurs été proposé par OLLIER (1960) pour l'Uganda. Dans cette région, l'aplanissement s'achève par le dépôt de marnes et schistes qui seront repris peu après dans des synclinaux. Le bloc gondwanien est scindé en deux : Adamaoua et Mandara. Sur ces deux zones ont lieu des éruptions volcaniques qui sont estimées, sur l'Adamaoua, à fin crétacé ou début tertiaire par LASSERRE (1961), fin crétacé par DRESCH (1952) par analogie avec la Nigéria.

Pendant cette période, les roches subissent des altérations ferrallitiques (GEZE, 1943). JACQUES-FELIX (1946) estime que l'Adamaoua était marqué par un climat plus sec et que les sources salines seraient le résultat du passage d'eau à travers des sédiments salins actuellement couverts par

(17) Sans prendre parti pour ou contre la dislocation du continent de Gondwana, il faut reconnaître que cette théorie, objet cependant de vives critiques, présente une explication cohérente des similitudes géologiques et géomorphologiques de l'Afrique, Australie, Amérique du sud, Madagascar, etc.. Dans le bassin de Douala aucun sondage profond n'a permis de trouver le jurassique.

des basaltes. MILLOT (1964) estime, pour sa part, que cette période, qui a donné naissance à des argiles montmorillonitiques, n'était pas ferrallitisante. Il est possible que la période crétacée, très longue, ait pu voir plusieurs épisodes climatiques susceptibles de laisser des traces en des endroits différents.

La fin du crétacé, ou le début de l'éocène (18), voit le début d'un nouveau cycle d'érosion, par suite d'un nouveau et important changement du niveau de base ; ce cycle va se développer aux dépens des surfaces précédentes. La nouvelle surface est très bien aplanie et couvre d'immenses étendues en Afrique. C'est la surface africaine I, concernant la première moitié du tertiaire. En effet, si l'on se reporte aux sédiments du bassin de Douala, on constate que le tertiaire débute à Dizangué près de Douala (GAZEL, 1958) par de nouvelles séries détritiques, auxquelles succèdent des alternances de séries détritiques et marines. L'éocène moyen manque mais l'éocène supérieur et l'oligocène inférieur et moyen sont représentés par des marnes et calcaires. Dans le nord Cameroun, de puissantes séries gréseuses (grès de Garoua) indiquent la reprise de l'érosion fluviale ; mais il n'y a pas d'équivalent des sédiments marno-calcaires du sud.

Quoiqu'il en soit, il y a répétition, dans ses grandes lignes, du cycle précédent : érosion intense, puis stabilisation et pédogenèse. La surface africaine se développe à travers tout le Cameroun méridional, le nord du Gabon, la République Centrafricaine, la Nigeria (pays Haoussa), abords de la rivière Cross). La limite avec l'Adamaoua pouvait se trouver beaucoup plus au sud qu'actuellement.

Au nord, entre l'Adamaoua et le Mandara, un remblaiement par les grès de Garoua a pu se produire, comblant la zone précédemment déblayée. Par la suite, ce grès sera faillé et des compariments seront relevés ou abaissés, tandis que l'érosion l'enlèvera partiellement.

Pendant ce cycle, on peut retrouver une phase d'érosion intense suivie par une phase pédogénétique. Celle-ci est de type ferrallitique, et a été identifiée à travers toute l'Afrique occidentale (au Dahomey, Sénégal, etc..) par MILLOT et ses collaborateurs (1957-1960). En effet, dans les bassins tertiaires ont été identifiés des minéraux argileux de type sépiolite ou attapulgite, synthétisés dans des mers peu profondes où arrivent la silice et la magnésie provenant des hydrolyses intenses sur le Continent.

Au Cameroun, la ferrallitisation s'est poursuivie dans l'Adamaoua et peut-être plus au nord. Dans la partie méridionale du pays, c'est peut-être de cette époque que datent les cuirasses de l'est, peu à peu déchaussées par l'érosion actuelle.

A la mi-tertiaire (début du miocène), de nouveaux mouvements du socle se produisent. Ils sont mis en relation (ROBERT, 1949) avec l'orogénèse alpine par un nouveau changement du niveau de base et le départ d'un nouveau cycle d'érosion aboutissant à la surface africaine II (19). Au sud Cameroun, la surface côtière est attribuée à ce cycle. En effet, les sédiments du bassin de Douala pour le plio-pléistocène sont de nouveau des sables à stratification entrecroisée, à poches d'argile, etc.. Il n'y a pas toutefois été trouvé de sédiments marno-calcaires. Dans le nord Cameroun il n'y a pas de sédiments qu'on puisse mettre en parallèle avec ce cycle. C'est peut-être au Tchad que les corrélations nécessaires pourront être établies, le dépôt du "continental terminal" (20) correspondant aux phases érosives, tandis que les "argiles à nodules" correspondent aux phases pédogénétiques.

Quoiqu'il en soit, à cette altitude de 400-500 m au pied de l'Adamaoua, une surface est soulignée par des cuirasses ferrugineuses. Il est permis de penser que cette surface existait également dans le Diamaré, où des lambeaux sont visibles de place en place. Ces cuirasses sont à la même altitude que celles du Dahomey et du Niger, de la Côte d'Ivoire, de Haute Volta, etc.. Il est possible qu'elles sont également contemporaines des cuirasses ferrugineuses d'Afrique centrale et orientale

(18) Dans le nord Cameroun, les grès de Garoua, qui marquent la reprise de l'érosion sur le continent, ne sont pas datés avec beaucoup de précision : crétacé supérieur (E.ROCH) ou éocène inférieur (KRENKEL, 1939).

(19) Cette appellation paraît préférable à celle plus locale de "Victoria Falls" utilisée par KING (1962) puis par D'HOORE (1964) dans la carte pédologique d'Afrique.

(20) Les formations rouges du continental terminal sont présentes au Tchad occidental entre 8 et 10°N ; elles manquent au Cameroun à cette latitude. On peut formuler l'hypothèse qu'elles ont pu exister à la même latitude et être déblayées lors de la mise en place de la Bénoué dans son bassin versant actuel.

(les P III de HEINZELIN et LEPERSONNE). Au Cameroun, cette surface a pu être déblayée par l'installation, à la fin tertiaire, de la Bénoué dans sa position actuelle (H. JACQUES-FELIX, 1946). Pour cet auteur, le haut cours de ce fleuve était situé entièrement dans la Nigeria actuelle. Par recul progressif de sa tête, à mettre en relation avec les mouvements qui ont amené le début du cycle africain II, elle déblaie les sédiments gréseux de Garoua (crétacé supérieur - éocène inférieur) et dégage une surface d'érosion qu'ils avaient fossilisée. Un certain nombre de rivières dont le cours était tributaire de la cuvette tchadienne (Mayo Oulo, Louti, Déo, Faro, etc.), sont capturées. Un niveau de base nouveau (180 m) nettement plus bas que celui de la cuvette (350 m) amorce, par le Mayo Kebbi, le déversement des eaux du bassin du Tchad vers celui de la Bénoué.

A l'époque actuelle ou du moins très récente, on peut noter toute une série de faits. Les surfates précédentes subissent des mouvements d'ondulation dont l'axe est E-W ; ils sont particulièrement sensibles dans la partie méridionale du pays et dans la cuvette congolaise. Au Cameroun, la Sanaga coule au creux d'une de ces rides ce qui a pour effet de raviver l'érosion au nord comme au sud du cours du fleuve (avec formation de sols remaniés). Par contre, le Nyong coule sur une partie un peu élevée (Fig. 2). Il en résulte la capture de ses affluents, soit vers la Sanaga, soit vers le Congo. L'érosion se poursuit partout et intéresse les différents escarpements : ceux de Yoko et de l'Adamaoua et ceux qui enserrent les plateaux Bamoun et Bamiléké, le plateau de Mandara suivant les processus très lents évoqués plus haut. Les bords des plateaux continuent d'être incisés par les rivières dont les têtes reculent peu à peu. L'aplanissement du haut bassin de la Bénoué se poursuit.

Un évènement important intervient dans l'équilibre naturel : l'arrivée de l'homme. Celui-ci agit directement sur l'élément le plus fragile, la végétation. La forêt qui couvrait l'ensemble du pays est durement malmenée. Dans le sud, la forêt ombrophile arrive à se reconstituer, mais ailleurs la forêt mésophile, la forêt décidue sont remplacées par la savane sur des étendues immenses. Le feu parcourt les herbes et détruit les arbres qui ne sont pas dotés de caractéristiques anatomiques ou physiologiques leur permettant de résister à ces mauvais traitements. Le sol, mal protégé, va subir directement l'impact de la pluie et s'éroder. C'est l'érosion accélérée qui va porter essentiellement sur le sol. Dans les zones sahéliennes, les versants étant mal protégés, des masses de sables qui ne sont plus freinées par la végétation sont entraînées par les cours d'eau temporaires, et étalées en cônes de déjection au pied des versants ou au loin dans la plaine. Dans l'Adamaoua, où les nappes sont basses par rapport à la partie supérieure du sol, non protégé par la végétation, des sources apparaissent à la base des zones d'altération et provoquent la formation de "lavaka".

Dans les zones tropicale humide et équatoriale, l'érosion agit en nappes ou rigoles. La végétation forestière en se reconstituant apporte un frein à l'érosion.

2.4 - Relations avec d'autres pays africains

La connaissance de la géomorphologie est très diversement avancée à travers l'Afrique. On distinguera deux zones : les pays avoisinant le Cameroun (Tchad, République Centrafricaine, Gabon et Congo, et Nigeria), et ceux situés à une certaine distance (Afrique occidentale d'une part, Afrique centrale et orientale d'autre part).

2.4.1 - RELATIONS AVEC LES PAYS LIMITOPHES

Elles ont pu être tentées soit par l'étude de la littérature, soit par des observations que l'auteur a pu faire au cours de divers voyages.

Tchad (travaux de PIAS 1962, PIAS et GUICHARD 1957, BOUTEYRE, CABOT et DRESCH 1964).

Une caractéristique essentielle est la très grande extension de la cuvette tchadienne, qui fait suite à l'extrême-nord du Cameroun. Sur le pourtour sud et est, il faut signaler :

a - Les formations du "continental terminal" constituées de matériaux détritiques sableux ou gréseux avec des passages de cuirasses ferrugineuses ou bauxitiques. WACRENIER (1953) décrit dans la partie sud de la cuvette trois séries, comprenant des latérites alternant avec des sables colorés (rouges ou beiges). Ces matériaux se sont déposés sur la rive sud d'un immense lac à la fin du tertiaire, et correspondent à une érosion de toutes les surfaces antérieures et à une évolution pédologique des matériaux déposés dans le sens de la ferrallitisation.

b - Plus au nord et nord-est, des surfaces considérables sont occupées par des cuirasses ferrugineuses à une altitude voisine de 350-400 m, ce qui permet de les paralléliser avec celles de même altitude au Cameroun (dans la région de la Bénoué).

Par conséquent, au Tchad, les dépôts alluviaux fluvio-lacustres prennent une importance primordiale. Les dépôts du "continental terminal" (fin tertiaire) occupent de vastes espaces, alors qu'ils ne sont pas connus au Cameroun. Par contre, des cuirasses ferrugineuses comparables à celles de la Bénoué se retrouvent à travers le sud et le sud-est du pays.

République Centrafricaine (travaux de G. GERARD 1958, J. DRESCH 1946, 1947).

Les éléments du relief identifiés au Cameroun se retrouvent dans des situations semblables en République Centrafricaine.

La surface Minim-Martap, où le socle est à 1 200 m, est représentée par la zone de Yadé au nord-ouest du pays, marquée, comme au Cameroun, par des zones de chaos et boules de granite.

La surface de Meiganga est relativement étendue et est encore observable à l'est de Bouar. Elle est occupée par des sols ferrallitiques de couleur jaune-brun, très souvent gravillonnaires, parfois cuirassés. La savane dense occupe la totalité du plateau (BILLE, 1964) et sert de terrain de parcours aux troupeaux des Mbororos comme au Cameroun. Le passage de cette surface à la suivante est particulièrement marqué vers le sud. Le site de Bouar est remarquable en raison de sa situation, dominant de 300 m la surface inférieure (7-800 m). Le passage vers le nord-est est beaucoup plus graduel.

La surface 700-800 m est particulièrement étendue en République Centrafricaine. Elle fait la suite de celle observée au Cameroun. L'aplanissement apparaît très bien réalisé car les buttes ou massifs résiduels sont très rares. Un grand nombre de roches très diverses : granites, gneiss, amphibolites, charnockites, quartzites, ainsi que la formation des grès de Carnot, sont toutes tronquées. Cette formation occupe une dépression dont le fond est estimé à 600 m de la surface actuelle. Elle résulte de la destruction, au crétacé, des granites situés plus au nord, dont les débris se seraient étalés dans leur position actuelle dans une sorte de fosse (DELORME, DELANY 1956; GERARD 1958). Cette surface s'étend très loin vers l'est à travers toute la République Centrafricaine ; elle est représentée au delà de l'Oubangui au Congo-Kinshasa. Elle plonge lentement vers le nord, nord-est et vers le nord du pays elle est à 550 m.

La végétation est la savane arborée, parfois la forêt claire (Bouca, Marali). La forêt dense s'étend vers le sud, hémiombrophile et ombrophile.

Les sols sont tous ferrallitiques. Leur induration est fortement accusée (Bossembélé, Bossangoa, Bouca, etc.), ailleurs on a des sols remaniés très fréquemment appauvris.

Vers le sud, un nouvel escarpement de 300 m est observé. Il est très net à Bangui même, et est matérialisé par les chutes de Bouali. On aboutit alors à une nouvelle surface de 450 m dont le niveau de base est fourni par la cuvette congolaise. L'aplanissement est très bien réalisé. Le relief se présente sous forme de petites collines très surbaissées de sols ferrallitiques remaniés au milieu de sols hydromorphes à pseudo-gley. Cette surface correspond à celle notée pour les basses vallées de la Sangha, Mambéré, et du Dja au Cameroun.

Gabon et Congo (travaux de CHATELIN 1964, DELHUMEAU 1965).

La surface côtière observée aux environs de Douala se rétrécit fortement vers le sud du pays. Elle s'élargit de nouveau au Gabon où l'on observe les résidus d'un plateau plio-pleistocène, probablement matérialisé par des cuirasses ou débris de cuirasses (DELHUMEAU) à une altitude de 100-150 m, reposant sur des sables ou matériaux détritiques.

Dans la région nord se poursuit le plateau 700 m du Cameroun méridional, sur 100 à 200 km en direction du sud. Il intéresse très certainement une grande partie de la Guinée espagnole. Les géologues signalent que, vers le sud-ouest, les Monts de Cristal, terminaison du plateau, ont subi un certain relèvement tectonique et sont très découpés par l'érosion.

Plus au sud, lorsqu'on entre dans le bassin de l'Ogooué, le paysage est assez différent. Au lieu des étendues immenses très planes décrites précédemment, on a un paysage très tourmenté de collines à pentes souvent très fortes. L'altitude des sommets demeure comprise entre 600 et 800 m, mais le relief se présente sous la forme d'un nombre infini de massifs de tailles très variables. L'Ogooué est navigable normalement jusqu'à Njolé ; il présente en amont de cette localité quelques rapides de faible dénivelée, insuffisants pour empêcher la navigation en saison des pluies. En aucune façon, on n'assiste à la descente brutale que l'on constate plus au nord, sur le cours du Nyong ou de la Sanaga, à proximité de la mer. On peut penser que l'établissement du profil d'équilibre du fleuve est beaucoup plus avancé, par suite d'une action "dissolvante" plus importante et prolongée du climat équatorial sur toute la région, permettant une action beaucoup plus efficace du fleuve sur la surface 700 m, actuellement réduite à des débris.

Plus au sud, dans la partie méridionale du Gabon et du Congo, cette surface apparaît de nouveau de manière nette dans le massif du Chaillu, beaucoup moins disséqué que le centre du Gabon. L'altitude est de nouveau très régulière et en certains endroits le sommet de l'ancienne surface est matérialisé par une cuirasse de plusieurs mètres d'épaisseur. Cette cuirasse intéresse d'ailleurs une grande partie du Congo (Mouyenzî, Sibiti, etc.). Un niveau de base local existe plus au sud vers 150 m, et correspond aux séries sédimentaires du schisto-calcaire depuis Fougamou au Gabon jusqu'au Niari du Congo.

Nigéria (travaux de KING et PUGH 1952, et PUGH 1953, 1954, 1956, 1965).

Dans ce vaste pays, ont été reconnus des niveaux analogues à ceux du Cameroun. Au centre, le plateau de Jos paraît bien correspondre à l'Adamaoua par son altitude, sa morphologie et par les matériaux volcaniques et sédimentaires qui lui sont associés.

Les surfaces africaines sont également connues entre 500 et 800 m en pays Haoussa, dans le nord du pays, et, dans le sud, près des vallées du Mitschum et de la Cross.

La fosse de la Bénoué, occupée par des sédiments crétacés et éocènes, paraît bien faire suite à la région de la Bénoué au Cameroun septentrional.

2.4.2 - RELATIONS AVEC D'AUTRES PAYS AFRICAINS

Afrique occidentale.

Au Ghana, HILTON (1963) signale deux surfaces majeures : l'une à 400-800 m est attribuée au tertiaire inférieur, tandis que l'autre atteint 300 m à l'intérieur du pays et 60 m près de la côte. En Haute-Guinée, Sénégal oriental et Mali du sud-ouest (massif du Fouta-Djalon), P. MICHEL (1959) distingue trois surfaces d'aplanissement, la première de 840 à 1 050 m est datée du début crétacé ; une deuxième surface d'altitude inférieure, 500-700 m (surface de Fantofa) datée du début tertiaire. De nouveaux aplanissements se sont poursuivis à la fin du tertiaire, suivis par un système de glacis et terrasses qui s'est développé au cours du quaternaire, par suite des variations climatiques qu'a connues cette période.

En Côte d'Ivoire, LAMOTTE et ROUGERIE (1955), étudiant le Mont Nimba, distinguent plusieurs niveaux. Les plus élevés (1 300 à 1 600 m) peuvent être rapportés au gondwanien. Un niveau à 800 m peut être retrouvé à de grandes distances : Sierra Leone, Monts Mandingue près de Bamako, Toubia, Odienne, Boundiali en Côte d'Ivoire, etc.. Sans leur donner d'âge précis, ces auteurs les rapportent à l'éocène inférieur. Une troisième surface est visible au pied du Nimba, à 550-600 m, et est rapportée au pliocène.

Afrique centrale et méridionale. (Les travaux sont nombreux au Congo-Kinshasa et en Afrique orientale).

Le socle a subi des soulèvements et flexures importants. A travers les travaux de nombreux géomorphologues, il peut être parfois difficile de paralléliser les unités reconnues par CAHEN et LEPERSONNE 1948, LEPERSONNE 1956, de HEINZELIN 1962, RUHE 1954 et 1956, PALLISTER 1952, KING 1961, DIXEY, etc, etc.. Les derniers travaux de BISHOP 1966, permettent de conclure que les surfaces suivantes ont pu être reconnues : post-gondwanienne (fin crétacé), africaine (mi tertiaire) et Victoria falls (fin tertiaire).

2.5 - Conclusion

Le Cameroun a subi, depuis le Jurassique, une série d'aplanissements liés à des mouvements tectoniques d'amplitude variable, eux-mêmes en rapport avec les déformations qui ont affecté l'ensemble du continent africain. Ces aplanissements concernent aussi bien le nord que le sud du pays. Ils ne paraissent pas être en relation directe avec un type de climat fondamentalement différent de ceux qui règnent actuellement sur le pays. Ils relèvent d'une manière générale de la dynamique de l'eau et, exception faite des climats désertiques (21) et glaciaires, tous les climats diversifiés chauds et humides qui ont pu concerner le Cameroun, ont participé à l'aplanissement général du pays.

Dans le centre et le sud, ce façonnement du relief s'est opéré à plusieurs époques. La plus ancienne surface est celle, probablement anté-crétacée, qui a été identifiée au Nigeria, dont il subsiste des restes à travers l'Adamaoua et le plateau Bamiléké, et que les géomorphologues dénomment surface "gondwanienne". Cet aplanissement a été suivi par un autre au crétacé, le "post-gondwanien", dont le développement a été accompagné de mouvements tectoniques (fosse de la Mbéré par exemple) et marqué par de puissants épanchements volcaniques basiques. Au début du tertiaire, une nouvelle et immense surface, qualifiée dans le reste de l'Afrique d'"africaine" intéresse tout le sud du pays, le nord du Gabon, le Congo, la République Centrafricaine, également la Nigeria et l'Afrique occidentale. Les épanchements volcaniques se poursuivent dans l'ouest et dans le centre du Cameroun. A la fin du tertiaire et au début du quaternaire, un nouvel aplanissement concerne l'extrême sud-ouest. Cette période est marquée par un renouveau du volcanisme, acide cette fois. Au cours du quaternaire, à des mouvements épéirogéniques et des flexures, succède une nouvelle phase érosive qui en est à ses débuts. Le volcanisme, de nouveau basique, intéresse encore une fois l'ouest et l'Adamaoua.

Dans la partie septentrionale du pays et dans la zone de la Bénoué, instable et marquée par des failles, se déposent, dès le crétacé, de puissantes couches de sédiments détritiques partiellement déblayées au cours du tertiaire par le jeu de l'érosion des rivières. L'aplanissement se raccorde bien au niveau actuel du fleuve. Plus au nord, subsistent les Monts Mandara, résidus d'une surface antérieure au tertiaire. Dans l'extrême-nord, enfin, la cuvette tchadienne se remplit de sédiments tertiaires et quaternaires. Au quaternaire, interviennent plusieurs changements de climat.

Ces surfaces ne sont pas limitées au Cameroun, on peut les suivre à travers les pays limitrophes où elles conservent la majeure partie des caractéristiques décrites plus haut. Il est probable qu'on pourra les retrouver beaucoup plus loin en Afrique occidentale, centrale et orientale.

(21) Les dunes fixées de la région comprise entre Yagoua et Maroua sont à rattacher à un épisode désertique.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Une tentative a été effectuée de mettre en relation les sols la géomorphologie au Cameroun. Il fallait d'abord présenter les différents gradins de l'"escalier" camerounais : le niveau le plus bas de 0 à 350 m que l'on peut observer près de la mer et dans la zone de la Bénoué, puis le niveau 600-800 m, le plus étendu et le plus régulier ; le niveau 1 000-1 200 m qu'on trouve à la fois dans le nord et dans le centre ; le niveau 1 200-1 400 m. Leur connaissance résulte, outre des données de la littérature, des observations qui ont pu être faites au cours de nombreuses tournées sur le terrain ; les limites qui ont été proposées seront certainement sujettes à révision à mesure que progressera la connaissance du relief camerounais. Par ailleurs, les différentes surfaces ont eu, nécessairement dans ce texte, une présentation simplifiée. Il est certain que des études plus détaillées apporteront sur ces différentes régions des vues moins schématiques et une présentation à la fois plus claire et plus précise.

Pour chaque unité, le relief d'ensemble a été présenté avec les accumulations volcaniques et les dépôts sédimentaires qui lui sont associés. Les grands traits du réseau hydrographique et de la végétation ont été indiqués. Une tentative de datation a été faite pour chaque unité. L'on ne se dissimule pas la part d'incertitude liée à ce genre de datation. Cependant, ce que l'on connaît de l'Afrique centrale et orientale d'une part, de l'Afrique occidentale d'autre part, permet, semble-t-il, de relier le Cameroun à ses voisins avec des chances acceptables de succès. Certes, il reste beaucoup à faire dans le domaine du quaternaire ; en particulier dans la zone de la Bénoué et sur les pourtours du massif Mandara où des terrasses alluviales anciennes ont été repérées (bords de la Bénoué, des Mayo Louti, Tsanaga, Oulo, etc.). Elles pourront être valablement étudiées en relation avec la cuvette tchadienne.

Sur l'ensemble du pays, les grands niveaux d'aplanissement sont répartis très régulièrement et ils s'étendent, à travers les frontières, sur tous les pays voisins. Ils constituent une caractéristique majeure de l'Afrique intertropicale ; ils se sont constitués en dépit des vicissitudes climatiques. En effet, on peut observer des sédiments d'origine désertique au nord Cameroun, au Tchad, en République Centrafricaine, au Congo. BERNARD (1962) a dénombré, pendant le quaternaire, une quantité élevée de pluviaux et d'interpluviaux. Tous ces grands aplanissements se sont déroulés au cours de périodes géologiques entières. A leur achèvement, un cuirassement s'est très souvent développé.

A cette géomorphologie d'ensemble, schématiquement très simple, on peut opposer une géomorphologie de détail dont les variations peuvent être mises en relation avec les conditions de l'hydrodynamique actuelle, le climat et la pédogenèse. Dans la partie sud du pays, prévaut le régime équatorial à une ou quatre saisons, avec une pluviométrie assez bien répartie sur l'ensemble de l'année. Une forêt dense ombrophile s'installe qui freine l'érosion de surface, mais favorise la pénétration de l'eau dans le sol et une altération des minéraux des roches sur une très grande profondeur. La ferrallitisation est le processus qui correspond à ces conditions très humides où l'érosion de surface est réduite à sa plus simple expression. L'élimination, variable suivant les endroits, des bases et de la silice, et éventuellement des carbonates, se traduira par une topographie assez tourmentée. Ces processus peuvent s'exercer sur des surfaces où les sols ont été précédemment remaniés ; les niveaux sont maintenus et ne subissent pas de modification.

Dans la partie nord du pays, le climat est de régime tropical, caractérisé par une saison des pluies violente mais courte, alternant avec une saison sèche de plus en plus longue à mesure qu'on se dirige vers le nord. Toutes les pentes un peu fortes sont soumises à l'érosion que la végétation est incapable de protéger efficacement. Par contre, sur les zones planes environnantes, les matériaux provenant de l'érosion des pentes sont freinés et immobilisés. C'est à partir de ces produits que se développe la pédogenèse qui tient compte des conditions climatiques mais, à la différence de la zone précédente, est beaucoup plus sensible aux conditions de roches-mères et de drainage, d'où le développement de sols plus variés (ferrugineux tropicaux, vertisols, hydromorphes, halomorphes, etc.).

En dernier lieu, l'apparition de l'homme, en détruisant ou modifiant profondément la végétation primitive qui assurait une protection naturelle aux sols, a déclenché en certains endroits une

érosion accélérée qui prive maintenant de nombreuses régions des sols qui s'y étaient développés.

C'est l'ensemble de tous ces facteurs qui, agissant à des degrés divers, certains depuis fort longtemps (hydrolyse, érosion sur les versants), d'autres beaucoup plus récemment (déboisement, érosion accélérée), a déterminé l'évolution de la géomorphologie et des sols et donné aux paysages l'aspect que nous leur connaissons maintenant.

Remerciements -

L'auteur est heureux de remercier ici M. le Professeur DRESCH qui a bien voulu lire le texte et lui faire part de ses suggestions et critiques.

Il remercie également MM. AUBERT, COMBEAU, FOURNIER et HIERNAUX qui l'ont aidé de leurs avis à la mise au point du texte.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (G.), SEGALIN (P.) - 1966 - Projet de classification des sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, IV, 4, pp.97-112.
- BACHELIER (G.) - 1957 - Carte pédologique au 1/5 000 du plateau des Kapsiki au sud de Mogodé. I.R.CAM., Yaoundé, P.83, 20 p., multigr., carte.
- BACHELIER (G.), LAPLANTE (A.) - 1953 - Sur l'origine et la formation de cuirasses latéritiques dans l'Adamaoua (Nord Cameroun). *C.R. Acad. Sci.*, 237, p.1277-1279.
- BACHELIER (G.), CURIS (M.), MARTIN (D.) - 1956 - Prospections pédologiques dans l'Est Cameroun. Rapport I.R.CAM., P.71, Yaoundé, 46 p., multigr.
- BACHELIER (G.), CURIS (M.), MARTIN (D.) - 1956 - Etude pédologique de la plaine bananière (secteur Mbanga-Loum). I.R.CAM., Yaoundé, P.79, 30 p., multigr., carte au 1/20 000.
- BACHELIER (G.) - 1959 - Etude pédologique des sols de Yaoundé. *Agron. trop.*, XIV, 3, p.279-305.
- BAULIG (H.) - 1952 - Surfaces d'aplanissement. *Ann. Géogr.*, LXI, p.161-183, p.245-262.
- BAWDEN (M.G.), LANGDON-BROWN (I.) - 1961 - An aerial photographic reconnaissance of the present and possible land use in the Bamenda area, Southern Cameroons. Direct. Overseas Surv. Tolworth, Surbiton. G.B., 25 p., multigr.
- BERNARD (E.) - 1962 - Théorie astronomique des pluviaux et interpluviaux du quaternaire africain. *Acad. r. Sci. Outre-mer Cl. Sci. nat. med.* Mém. in-8° n.s. T.XII, fasc. 1, 232 p.
- BETREMIEUX (R.) - 1949 - Les sols du moyen-Logone et de la zone de capture. *Conf. agr. Sols, 1948. Goma, Bull.agric.Congo belge*, vol.XL, n°1, p.193-208.
- BILLE (J.C.) - 1964 - *Pâturages du secteur occidental d'élevage de la République Centrafricaine*. I.E.M.V.P.T., Maisons-Alfort, 286 p.
- BIROT (P.) - 1959 - *Géographie physique générale de la zone intertropicale (à l'exclusion des déserts)*. C.D.U., Paris, 244 p.
- BIROT (P.), DRESCH (J.) - 1966 - Pédiments et glacis dans l'Ouest des Etats-Unis. *Ann. Géogr.* LXXV, p.513-552.
- BISHOP (W.W.) - 1966 - Stratigraphical geomorphology : a review of some East Africa landforms. in : *Essays in geomorphology*. Ed. by G.H.Dury, American Elsevier Publ. Co, New-York, p.139-176.

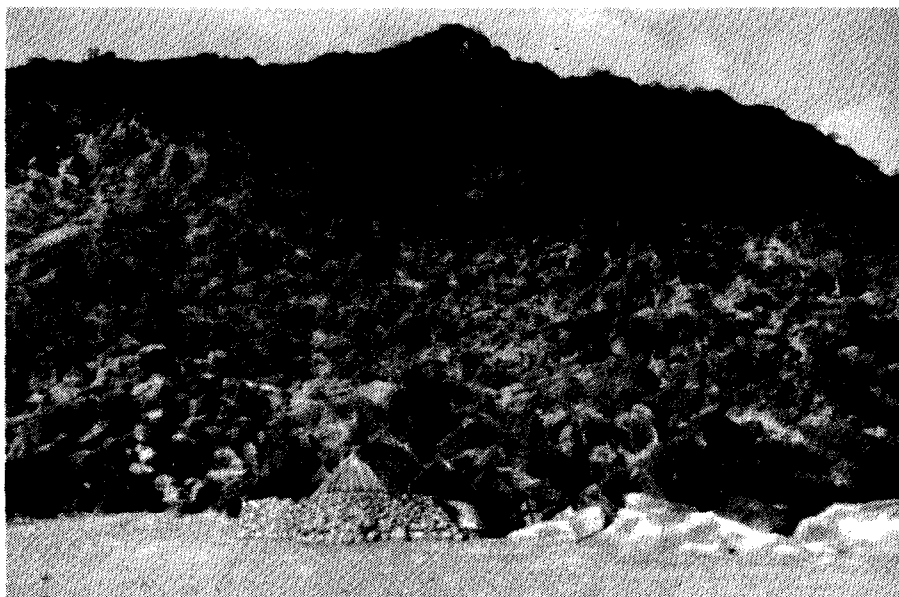


Photo 9 -
Rebord des Monts Mandara.
Chaos et glâcis.

(Cliché J. SUSINI)



Photo 10 -
Massifs résiduels et plaine, près de Maroua.

(Cliché P. SEGALEN).

- BOCQUIER (G.) - 1964 - Présence et caractères de Solonetz solodisés tropicaux dans le bassin tchadien. *8° Congr. int. Sci. Sol*, 1964, Bucarest, Abstr., VI, pp.381-384.
- BOUCHARDEAU (A.), LEFEVRE (R.) - 1957 - Monographie du Jac Tchad. T.I. O.R.S.T.O.M. - Commission scientifique du Logone et du Tchad, Fort-Lamy, 112 p., multigr.
- BOUTEYRE (G.), CABOT (J.), DRESCH (J.) - 1964 - Observations sur les formations du Continental terminal et du quaternaire dans le bassin du Logone (Tchad). *Bull. Soc.géol., Fr.* (7), VI, pp.23-27.
- BRAMER (H.) - 1956 - A note on the former pediment remnants in Haute Volta. *Geogr. Mag.*, CXXVII, 4, p.526-527.
- BRASH (H.T.) - 1962 - *Geomorphology in Agriculture and land use in Ghana*. Ed. by J.B.Wills. Oxford Univ. Press, London, Accra, New-York, pp.77-87.
- BRESSON (Y.), GUIRAUDIE (Ch.), ROCH (E.) - 1952 - Le fossé tectonique de la Mbéré (Nord-Cameroun). *C.R. Acad. Sci.*, 234, pp.640-641.
- CAHEN (L.), LEPERSONNE (J.) - 1948 - Notes sur la géomorphologie du Congo occidental. *Ann. Mus. r. Congo belg. Sci. géol.*, vol.I, 95 p.
- CHAMPETIER de RIBES (G.) - 1956 - Notice explicative sur la feuille Yaoundé-Est. Dir. Mines Géol. Cameroun, Yaoundé, 35 p.
- CHATELIN (Y.) - 1964 - Notes de pédologie gabonaise. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.* II, 4, pp.3-28.
- CLAYTON (R.W.) - 1956 - Linear depressions in savannah landscapes. *Geogr. Stud.*, 3, p.102-126.
- COTTON (C.A.) - 1961 - The theory of savannah planation. *Geography*, 211, XLVI, 2, p.89-101.
- DAVEAU (S.) - 1960 - Les plateaux du sud-ouest de la Haute Volta. Etude géomorphologique. Fac. Lettres Sci. hum. Dakar. Trav. Dép. Géogr., n°7, 65 p.
- DAVEAU (S.) - 1959 - Recherches morphologiques sur la région de Bandiagara. *Mém. I.F.A.N.*, n°56, Dakar, 120 p.
- DE HEINZELIN (J.) - 1952 - *Sols, paléosols et désertifications anciennes dans le secteur nord-oriental du bassin congolais*. Publ.I.N.E.A.C., Bruxelles, 168 p.
- DE HEINZELIN (J.) - 1955 - *Observations sur la genèse des nappes de gravats dans les sols tropicaux*. Publ. I.N.E.A.C., sér. sci. n°64, Bruxelles, 37p.
- DE HEINZELIN (J.) - 1962 - Les formations du Western Rift et de la cuvette congolaise. *Congr. Panafr. Préhist. Et. quatern.*, 4, 1959, Léopoldville, *Mus. r. Afr. Centrale Ann.*, in 8°, n°40, pp.219-243.
- DELHUMEAU (M.) - 1965 - Notes de pédologie gabonaise. 4. Les sols ferrallitiques jaunes formés sur le socle granito-gneissique. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.* vol.III, fasc.3, pp.207-221.
- DELORME (J.), DELANY (F.M.) - 1956 - Etude préliminaire de la série argilo-gréseuse de la région diamantifère de l'ouest Oubangui. *Congr. geol. int. 20 Mexico, 1956. Comision para la correlacion del sistema Karroo*, pp.65-72.
- DE SWARDT (A.M.J.) - 1949 - Erosion surfaces on Jos plateau. *C.I.A.O.*, 1949, Ibadan.
- D'HOORE (J.) - 1964 - *La carte des sols d'Afrique au 1/5 000 000. Mémoire explicatif* C.C.T.A., Publ. n°93, Lagos, 209 p.
- DIXEY (F.) - 1955 - Erosion surfaces in Africa : some considerations of age and origin. *Trans. geol. Soc. South Afr.*, 58, pp.265-280.
- DRESCH (J.) - 1946 - Notes de géomorphologie congolaise. *Bull. Ass. Géogr.*, n°181-2, pp.116-123.
- DRESCH (J.) - 1947 - Pénéplaines africaines. *Ann. Géogr.*, LVI, n°302, pp.125-137.

- DRESCH (J.) - 1949 - Sur les pédiments en Afrique méditerranéenne et tropicale. *Congr. int. Géogr.* 16, 1949, Lisbonne, 2, pp.19-28.
- DRESCH (J.) - 1952 - Observations dans la région de Mokolo (Nord-Cameroun). *C.R. somm. Soc. géol.*, Fr., n°5, pp.88-90.
- DRESCH (J.) - 1952 - Dépôts de couverture et reliefs en Afrique occidentale française. *Congr. int. Géogr.*, 17, 1952, Washington, VIII gen. assembl., pp.323-326.
- DRESCH (J.) - 1961 - Quelques problèmes du quaternaire africain. *Int. Congr. on Quaternary*. 6, 1961, Varsovie, 1, pp.91-112.
- DRESCH (J.) - 1967 - Les paysages tropicaux humides, pp.609-711 ; La zone aride, pp.712-780. in : *Géographie générale*, publ. sous la dir. de A.Journaux et collab. Encyclopédie de la Pléiade, Gallimard, Paris.
- DURAND (J.H.) - 1963 - Les croûtes calcaires et gypseuses en Algérie : formation et âge. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), V, pp.959-968.
- DURY (G.H.) - 1966 - *Essays in geomorphology*. Ed. by American Elsevier Publ. Co., New-York, 404 p.
- FURON (R.) - 1960 - *Géologie de l'Afrique*. Payot, Paris, 400 p., 2ème éd.
- GAZEL (J.) - 1955 - Notice explicative sur la feuille Batouri-Ouest. *Serv. Mines Cameroun*, Yaoundé, 44 p.
- GAZEL (J.), HOURCQ (V.), NICKLES (M.) - 1956 - Carte géologique du Cameroun au 1/1 000 000. Notice explicative. *Terr. Cameroun Bull. Dir. Mines Géol.*, n° 2, 62 p.
- GAZEL (J.) - 1958 - *Géologie du Cameroun*. in : *Atlas du Cameroun*. I.R.CAM., Yaoundé, 10 p.
- GERARD (G.) - 1958 - Carte géologique de l'A.E.F. au 1/2 000 000. Notice explicative. *Gouvern. Gal A.E.F. Dir. Mines Géol.* Brazzaville, 198 p.
- GEZE (B.) - 1942 - Observations sur les sols du Cameroun occidental. *Ann. agron.*, n°1, pp.103-131.
- GEZE (B.) - 1943 - Géographie physique et géologie du Cameroun occidental. *Mém. Mus. nation. Hist. nat.*, XVII, pp.1-271.
- GEZE (B.) - 1953 - Les volcans du Cameroun. *Bulletin volcanologique*, sér. II, T. XIII.
- GOLDSCHMIT (V.M.) - 1937 - The principles of distribution of chemical elements in minerals and rocks. *J. chem. Soc.*, pp.655-673.
- GROVE (A.T.) - 1952 - Land use and soil conservation on the Jos plateau. *Geol. Surv. Nigeria Bull.*, n°22, 63 p.
- GUIRAUDIE (C.) - 1949-1953 - Rapports de tournée (multigr.). *Dir. Mines Géol. Cameroun*, Yaoundé.
- GUIRAUDIE (C.), ROCH (E.) - 1952 - Les basaltes des plateaux de l'Adamaoua (Nord-Cameroun) et les vieilles latérites. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n°1, pp.17-19.
- HASSELO (H.N.) - 1961 - *The soils of the lower eastern slopes of the Cameroon mountain and their suitability for various perennial crops*. H. Veenman en Zonen, Wageningen, 67 p.
- HAWKINS (P.), BRUNT (M.) - 1965 - Report to the government of Cameroun on the Soils and Ecology of West Cameroun. *F.A.O. Report*, n°2083, Rome, 2 vol. 516 p.
- HILTON (T.E.) - 1963 - The geomorphology of northeastern Ghana. *Z. Geomorph.*, Bd 7, heft 4, pp.309-325.
- HOPE (W.A.) - 1966 - A report on localities on the Mambila plateau with particular reference to the cultivation of *Coffea arabica*. *Inst. agric. Res. Samaru, Nigeria. Soil Surv. Bull.*, 32, 24 p.
- JACQUES-FELIX (H.) - 1946 - La vie et la mort du lac Tchad. *S.T.A.T. Bull. agron.*, n°3, 96p.

- JACQUES-FELIX (H.) - 1950 - Géographie des dénudations et dégradations des sols du Cameroun. *S.T.A.T. Bull. sci.*, 3, 127 p.
- KING (L.C.) - 1950 - A study of the world's plainlands. A new approach in geomorphology. *Quart. J. geol. Soc. Lond.*, vol. CVI, part I, pp. 101-131.
- KING (L.C.) - 1961 - Cymatogeny. *Trans. geol. Soc. South Africa*, LXIV, pp. 1-20.
- KING (L.C.) - 1962 - *The morphology of the earth*. Oliver and Boyd, London, 699 p.
- KOCH (P.) - 1953 - Notice explicative sur la feuille Banyo. Carte géologique au 1/500 000. Serv. Mines Cameroun, Yaoundé, 47p.
- KOCH (P.) - 1959 - Le Précambrien de la frontière occidentale du Cameroun central. *Bull. Dir. Mines Géol. du Cameroun*, n° 3, 300 p.
- KRENKEL (E.) - 1939 - *Geologie der deutschen Kolonien in Africa*. Borntraeger, Berlin, 272 p.
- LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.) - 1956 - Les niveaux d'érosion intérieurs dans l'ouest africain. *Congr. Int. Géogr.*, 18, 1956, Rio de Janeiro.
- LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.) - 1957 - Rapport des cuirasses ferrugineuses avec la végétation et l'homme. *Rev. géogr. Inst. Panamer. Géogr. Hist.*, 45, XIX, pp. 35-36.
- LAPLANTE (A.), BACHELIER (G.) - 1953 - Introduction à la pédologie de l'Adamaoua. Etude détaillée dans le secteur de Ngaoundéré. *I.R.CAM.*, P. 34, Yaoundé, 40 p., multigr. carte 1/25 000.
- LASSERRE (M.) - 1961 - Etude géologique de la partie orientale de l'Adamaoua (Cameroun central). *Terr. Cameroun Bull. Dir. Mines Géol.*, n° 4, 130 p, carte 1/500 000.
- LECLERC (J.C.), RICHARD-MOLARD (J.), LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), PORTERES (R.) - 1955 - La chaîne du Nimba. Essai géographique. *Mém. I.F.A.N.*, n° 43, Dakar, 271 p.
- LENEUF (N.) - 1959 - *L'altération des granites calco-alcalins et des grano-diorites en Côte d'Ivoire forestière et les sols qui en sont dérivés*. Thèse Paris, O.R.S.T.O.M., Paris, 210 p.
- LEPERSONNE (J.) - 1956 - Les aplanissements d'érosion du nord-est du Congo belge et des régions voisines. *Mém. Acad. Sc. Colon. (Belgique)*, 109 p. ; *Acad. r. Sci. colon. Cl. Sci. nat. méd.*, Mém. in 8°, n.s. T. IV, fasc. 7, 109 p.
- LETOUZEY (R.) - 1958 - Phytogéographie camerounaise. in : *Atlas du Cameroun*. I.R.CAM., Yaoundé, 6 p., carte au 1/2 000 000.
- MACAR (P.) - 1946 - *Principes de géomorphologie normale*. Vaillant-Carmann, Liège, 304 p.
- MAIGNIEN (R.) - 1958 - Le cuirassement des sols en Guinée. *Mém. Serv. Carte géol. Als-Lorraine* n° 16, Strasbourg, 239 p.
- MAIGNIEN (R.) - 1964 - Les sols ferrugineux tropicaux. *8° Congr. int. Sci. Sol*, 1964, Bucarest, Abstr., V, pp. 436-438.
- MARTIN (D.) - 1959 - Les sols ferrallitiques jaunes dérivés de roche métamorphique du sud-ouest du Cameroun. *Conf. interafr. Sols*, 3, 1959, Dalaba, 1, pp. 227-232.
- MARTIN (D.) - 1962 - Reconnaissance pédologique dans le département de la Bénoué. *I.R.CAM.*, P. 128, Yaoundé, 46 p., multigr.
- MARTIN (D.) - 1966 - Etudes pédologiques dans le Centre Cameroun (Nanga-Eboko à Bertoua). *Mém. O.R.S.T.O.M.*, n° 19, Paris, 92-XLVI p.
- MARTIN (D.), SEGALIN (P.) - 1966 - Notice explicative. Carte pédologique du Cameroun oriental au 1/1 000 000. Centre O.R.S.T.O.M. de Yaoundé. *O.R.S.T.O.M.*, Paris, 134 p.
- MARTIN (D.), SIEFFERMANN (G.), VALLERIE (M.) - 1966 - Sols rouges du Nord Cameroun. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.*, vol. IV, n° 3, pp. 3-28.
- MICHEL (P.) - 1959 - L'évolution géomorphologique des bassins du Sénégal et de la Gambie. Ses rapports avec la prospection minière. *Rev. Géomorph. dyn.*, X, 5-12, pp. 117-143.

- MILLOT (G.), RADIER (H.), BONIFAS (M.) - 1957 - La sédimentation argileuse à attapugite et montmorillonite. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (6), VII, pp.425-433.
- MILLOT (G.), ELOUARD (P.), LUCAS (J.), SLANSKY (M.) - 1960 - Une séquence sédimentaire et géochimique des minéraux argileux : montmorillonite, attapulgitite, sépiolite. *Bull. C.R. Argiles*, XII, ns 7, pp.77-82.
- MILLOT (G.) - 1964 - *La géologie des argiles*. Masson, Paris, 499 p.
- OLLIER (C.D.) - 1960 - The inselbergs of Uganda. *Z. Geomorph.*, Bd 4, heft 1, pp.43-52.
- PALLISTER (J.W.) - 1956 - Slope development in Buganda. *Geogr. J.*, vol.CXXII, pp.80-87.
- PEREBASKINE (V.) - 1931 - Observation sur la géologie du Gabon. *C.R. Acad. Sci.*, 192, p.433.
- PERONNE (Y.) - 1961 - Rapport de fin de saison sèche. Feuille de Mokolo. B.R.G.M., Yaoundé, 37 p.
- PIANET (A.) - 1959 - Rapport sur les bauxites de l'Adamaoua. Dir. Mines Géol. Cameroun, Yaoundé 109 p., multigr.
- PIAS (J.), GUICHARD (E.) - 1957 - Etude pédologique du Bassin alluvionnaire du Logone-Chari (Nord Cameroun). O.R.S.T.O.M., Paris, 312 p., multigr., 4 cart. au 1/200 000.
- PIAS (J.), GUICHARD (E.) - 1957 - Origine et conséquence de l'existence d'un cordon sableux dans la partie sud-ouest de la cuvette tchadienne. *C.R. Acad. Sci.*, 244, pp.791-793.
- PIAS (J.) - 1962 - Les sols du moyen et bas Logone, du bas-Chari, des régions riveraines du Lac Tchad et du Bahr el Ghazal. *Mém.O.R.S.T.O.M.*, n° 2, Paris, 437 p.
- PORTERES (R.) - 1948 - Esquisse géologique et agropédologique des Hauts plateaux de Dschang-Foumban au Cameroun français. *Agron. trop.*, III, 3-4, pp.153-173.
- PUGH (J.C.) - 1953 - Les surfaces d'aplanissement en Nigeria. *C.I.A.O. 5*, 1953, Abidjan, pp.102-103.
- PUGH (J.C.) - 1954 - High-level surfaces in the eastern highlands of Nigeria. *S. Afr. geogr. J.* XXXVI, pp.31-42.
- PUGH (J.C.) - 1956 - Fringing pediments and marginal depressions in the inselberg landscape of Nigeria. *Trans. Inst. Brit. Geogr. Publ.*, 22, pp.15-31.
- PUGH (J.C.) - 1966 - The landforms of Low Latitudes. in : *Essays in geomorphology*. Ed. by G.H. Dury, American Elsevier Publ. Co, New-York, pp.121-138.
- PUGH (J.C.), KING (L.C.) - 1952 - Outline of the geomorphology of Nigeria. *S. Afr. geogr. J.* XXXIV, pp.30-37.
- ROBERT (M.) - 1946 - *Le Congo physique*. Liège, 446 p. (essentiellement chap. 4).
- ROCH (E.) - 1950 - La genèse de certains sables rouges en A.E.F. *C.R. Acad. Sci.*, 230, pp.670-671.
- ROCH (E.) - 1952 - Les reliefs résiduels, ou inselbergs, du bassin de la Bénoué (Nord Cameroun). *C.R. Acad. Sci.*, 234, pp.117-119.
- ROCH (E.) - 1953 - Itinéraires géologiques dans le Nord Cameroun et le Sud-Ouest du territoire du Tchad. *Bull. Serv. Mines Cameroun*, n° 1, 110 p.
- RUHE (R.V.) - 1954 - Erosion surfaces of Central African interior high plateaus. *Public. I.N.E.A.C.*, sér. sci. n°59, Bruxelles, 38 p.
- RUHE (R.V.) - 1956 - Landscape evolution in the High Ituri, Belgian Congo. *Public. I.N.E.A.C.*, sér. sci. n° 66, Bruxelles, 92 p.
- SARCIA (E. et J.A.) - 1952 - Volcanisme et tectonique dans le Nord-Est Adamaoua. *Bulletin Volcanologique*, sér. II, t.XII, pp.129-143.
- SCHWOERER (P.) - 1965 - Notice explicative sur la feuille Garoua-Est. Dir. Mines Géol. Cameroun, Yaoundé, 61 p., carte au 1/500 000.

- SEGALEN (P.), VALLERIE (M.) - 1963 - Notice de la carte pédologique du Nord Cameroun au 1/100 000. Feuille Mokolo. I.R.CAM. P.129, Yaoundé, 72 p., multigr.
- SEGALEN (P.) - 1965 - Les produits alumineux dans les sols de la zone tropicale humide. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.*, III, 2, pp.149-176 ; III, 3, pp.179-205.
- SIEFFERMANN (G.) - 1959 - Premières déterminations des minéraux argileux des sols du Cameroun. *Conf. interafr. Sols*, 3, 1959, Dalaba, 1, pp.139-150.
- SIEFFERMANN (G.) - 1960 - Rapport pédologique du Mungo (Secteur Loum-Manjo). I.R.CAM., P.110, Yaoundé, 70 p., multigr., 4 feuilles au 1/20 000.
- SIEFFERMANN (G.), MARTIN (D.) - 1963 - Carte pédologique du Nord Cameroun au 1/100 000. Feuille de Mougoy. I.R.CAM., P.134, Yaoundé, 102 p., multigr.
- SMITH (G.D.) - 1965 - Lectures on soil classification. *Pédologie*, n° sp., 4, 135 p.
- THORBEKE (F.) - 1951 - Im Hochland von Mittel Kamerun. Teil 4, Hefte 2, *Physiche Geographie der Ost Mbamlands*. Univ. Hamburg Abhandlungen aus dem Gebiet der Ausland kunde, 1957.
- TILHO (Gal J.) - 1947 - *Le Tchad et la capture du Logone par le Niger*. Gauthier-Villars, Paris, 202 p.
- TRICART (J.) - 1965 - Rapport de mission de reconnaissance géomorphologique de la vallée moyenne du Niger (janvier-avril 1957). *Mém. I.F.A.N.*, n° 72, Dakar, 196 p.
- TRICART (J.), CAILLEUX (A.) - 1965 - *Traité de géomorphologie. V. Le modelé des régions chaudes, forêts et savanes*. S.E.D.E.S, Paris, 322 p.
- TRICART (J.), MICHEL (P.) - 1965 - Morphogenèse et Pédogenèse. *Science du Sol*, n° 1, pp.69-84 ; n° 2, pp.149-170.
- VAILLANT (A.) - 1949 - L'érosion du sol dans le massif du Mandara. *Conf. afr. Sols*, 1948, Goma, *Bull. agric. Congo belge*, vol.XL, n° 2, pp.1243-1262.
- VAILLANT (A.) - 1956 - Contribution à l'étude agricole des sols du Diamaré. *Agron. trop.*, XI, 4, pp.448-477.
- VALLERIE (M.) - 1962 - Les sols de la région Nord et Nord-Est de Yaoundé. I.R.CAM., P.122, Yaoundé, 40 p., multigr.
- Van AUBEL (R.) - 1939 - *Sur la composition et l'attribution au Jurassico-crétacé de la série schisteuse du Mayo Lidi (Cameroun septentrional)*. Publ. Bur. Et. géol. min. colon., n°10, pp.1-15.
- Van AUBEL (R.) - 1948 - Itinéraires de Ngaoundéré à Rey-Bouba. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), XVIII, n°1-2-3, pp.69-73.
- WACRENIER (Ph.) - 1953 - Notices sur les coupures géologiques Garoua Est et Lar. Rapport annuel du Service géologique d'A.E.F.
- WEECKSTEEN (G.) - 1957 - Rapport préliminaire sur la bauxite de Fongo-Tongo. Dir. Mines Géol. Cameroun, Yaoundé, 17 p.
- WEECKSTEEN (G.) - 1957 - Notice explicative sur la feuille Douala-Est. Dir. Mines Géol. Cameroun, Yaoundé, 42 p.